This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

WIDENER LIBRARY
HX HFS1 P

Digitized by Google

Sci 1485.163

Harvard University

LIBRARY OF
THE SCHOOL OF
ENGINEERING

SCIENCE CENTER LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift

des

Elektrotechnischen Vereines in Wien

und

Organ des Zweigvereines Brünn.

JAHRGANG XXXVI.

WIEN, 1918.

Verlag des Elektrotechnischen Vereines, VI. Theobaldgasse 12.

Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ENGINEERING SCHOOL

Library.
Engineer

Reihenfolge.

Verzeichnis der Originalarbeiten und Beiträge III
Briefe an die Schriftleitung und Erwiderungen IV
Bücherbesprechungen IV
Patentberichte IV
Vereinsnachrichten V
Personalnachrichten V
Nekrologe V
Sachverzeichnis V
Namensverzeichnis X

Digitized by Google

Sch 1485.163

INHALTSVERZEICHNIS.

Verzeichnis der Originalarbeiten und Beiträge.

(Nach Namen der Autoren geordnet.)

Behn-Eschenburg, Dr. Hs. Anlage zur Nutzbremsung mit Kommutatormotoren für Einphasenwechselstrom. 553.

Böhm, Dr. Ing. Otto. Beiträge zur Frage der Schutzwirkung von Drosselspulen. 377, 392.

Brock, Ing. Friedrich. Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung. 101, 372.

Dimmer, Dr. G. Max Planck. 290.

Drexler, Ing. Fr. Schwachstrom und Starkstrom. 83.

Exner, Ing. Dr. Wilhelm. Die Kaiser Karl-Akademie für technische Forschung in Wien. 313.

Feldmann C. Die Elektrizitätsversorgung der Niederlande. 249. — Brief 504.

Fischer A. Eine allgemeine graphische Methode, angewendet bei der Berechnung der Dynamomaschinen. 497.

Fischer-Hinnen J. Die Erwärmung von Maschinen und Transformatoren. 205, 217.

— Induktion und Kapazität von Leitungen. 314. 325. — Berichtigung 476.

Gáti Béla, Schallstärkemessungen mit dem Baretter. 537.

metallen. 44. — Berichtigung. 112. Brief. 283, 284.

Großmann, Dr. Gustav. Strahlung, Elektrizität und Materie. 402, 413.

Halbertsma, Dr. Ing. N. A. Die Streuung (Diffusion) des Lichtes und ihre Kennzeichnung. 225.

Hochenegg K. Über die Elektrifizierung der Bahnen in Österreich. 113.

Hoppe Fritz. Die Feuersicherheit elektrischer Anlagen. 337.

Huber, Ing. Jos. Stabstrom von Kurzschlußankern. 490.

Jellinek, Dr. Stephan. Der elektrische Scheintod. 357. — Brief 476.

Krasny, Dr. A. v. Der Entwurf des Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft. Sonderh. I.

Kruh, Dr. O. Der Wolframbogen. 345.

Lang, Dipl. Ing. A. Das Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetallen. 44. — Berichtigung 112. — Briefe 283, 284.

Lewin L. Fehlerortsmessungen an unterbrochenen Drehstromkabeln. 210.

Lißner, Dr. techn. Joh. Zur Theorie des Einschaltstromes. 313.

Loß Karl. Elektrischer oder mechanischer Transport der Energie. 89, 105.

Lux, Dr. Das Beleuchtungswesen in der Architektur. 521.

Mandl, Dr. A. Die Magnetisierung des Dreiphasentransformators. 185, 197.

— Die Remanenz bei Anlaßdynamos und ihre Bekämpfung. 469.

Moser, Dr. Ing. R. Die Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten. 173, 189. — Berichtigung. 272. — Brief. 344.

Nather, Ing. Dr. Eugen. Gestängebelastung von Schwachstromleitungen. 485.

Niethammer F. Strombelastung von Metallschienen. 37.

— Elektrische Großwirtschaft. 61.

— Hochspannungsapparate und Brandschutz. 82.

— Doppelt verkettete Streuung von Drehstrominduktionsmotoren. 144. — Brief. 145.

— Die Entwicklung der amerikanischen Elektroindustrie im Jahre 1917. 176.

— Aufbau der Läufer von Turbogeneratoren. 439.

Nowotny, Ing. Robert. Beziehungen zwischen Lebensdauer und abfallfreier Zeit bei Hozmasten. 13.

— Drahtbundhülsen aus Aluminium. 95.

Ondracek J. Analyse achsialsymmetrischer Lichtquellen der Außenbeleuchtung. 77. — Berichtigung. 136.

— Theorie und Berechnung des diffusen Reflektors. 477.

Petersen W. Beseitigung von Freileitungsstörungen durch Unterdrückung des Erdschlußstromes- und Lichtbogens. 297.

Poschenrieder, Ing. P. Die Elektrisierung von Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen. 137.

Punga F. Vektorquotienten. 4.

Rosenbaum, Ing. L. Die Entwicklung der Überlandzentralen und die zukünftige Elektrizitätsversorgung in Österreich. 506.

Rosenberg, Dr. E. Schweißen von Transformatorkasten mit dem elektrischen Lichtbogen. 545.

Rosshaendler, Ing. Josef. Elektrizitätsgroßwirtschaft und Wasserkraftausnutzung. 126. — Briefe. 372, 376.

Rothbauer, Ing. Josef. Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit. 433, 446, 457.

Sabertschnig F. Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz-Schruns. 167.

Sachs, Dr. techn. K. Zur Theorie der doppelt verketteten Streuung bei Drehstrom-Induktionsmotoren. 14 (H 3). — Brief 144. 145.

— Die Wirtschaftlichkeit der Kochstromabgabe für die Abnehmer und die Elektrizitätswerke. 52.

— Neue zahnradlose Personenzugslokomotive der Chicago, Milwaukee & St. Paul Railway. 531.

Schönwald, Ing. Gustav. Die Wirkungsgradfrage bei Maschinen mit Aluminiumwicklungen. 238. — Brief 388.

Schröter, Dr. Fritz. Über elektrische Edelgaslampen. 389.

Seefehlner, Dr. Ing. E. E. Die elektrische Zugförderung auf der Puget—Sound-Strecke der Chicago—Milwaukee—St. Paulbahn. 115.

Seeliger, Ing. Gustav. Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters. 285.

Seidner, Dr. Mich. Elektrische Großkraftwerke. 1, 16.

Srnka, Dr. O. Ein mechanischer Rechenbehelf für Koordinatentransformation. 155. — Brief 224.

Studer Hugo. Die Einphasenlokomotiven der schweizerischen Bundesbahnen und neue Lokomotiven der Maschinenfabrik Oerlikon. 305.

Šubrt, Ing. Adolf. Beitrag zur Berechnung der Influenzwirkung von Starkstromleitungen auf parallellaufende Schwachstromleitungen. 365.

Sumec J. Zur Geschichte der „doppelt verketteten" Streuung. 445.

Teichmüller J. Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken. 261, 277. — Brief. 324.

Unger, Dr. techn. F. Die Berechnung der Stirnstreuung für die Ermittlung der Stromwendespannung bei Gleichstromankern. 161.

Vidmar, Dr. techn. Ing. M. Ein Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften. 49, 64.

— Das Wachsen der Maschinenleistung. 149. — Briefe 216, 356.

— Der Einschaltstrom des Transformators. 273.

Winkler, Dir. Ing. W. v. Wasserkraftausnutzung und Reichskraftnetz. 251. 266.

Závada, Dr. Ing. Bohuslav. Graphische Darstellung des Verhaltens von Synchronmaschinen mit ausgebildeten Polen entsprechend der Rückwirkungszerlegung nach Blondel-Sumec. 333, 348.

Zelewski, Dipl. Ing. Alexander. Der Einschaltstrom des Transformators. 425.

Zelisko, Dr. techn. J. Arbeitsstromübertragung für Typendrucktelegraphen (Hughes-Betrieb). 165.

Digitized by Google

Briefe an die Schriftleitung und Erwiderungen.

Doyer H. Die Elektrizitätsversorgung der Niederlande. 504.
Gianelia, Dr. B. Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung. 376.
Hunzinger R. Das Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetall. 283. — Erwiderung von A. Lang. 284.
Locher & Cie. s. Gianelia B.
Moser R. Größenkonstante — Leistungskonstante — Maschinenkonstante? 57. — Erwiderung von J. S. Wels. 58.
— Stromwärme in Drehstrom-Kollektormotoren. — Erwiderung von M. Ernst. 424.
Niethammer F. Doppelt verkettete Streuung von Drehstrominduktionsmotoren. 144. — Erwiderung von K. Sachs. 145.
Rosenbaum, Ing. L. Der elektrische Scheintod. 476.
Rothbauer, Ing. Jos. s. Ševjl, Ing. Jos.
Ševjl, Ing. Jos. Die Wirkungsgradfrage bei Maschinen mit Aluminiumwicklung. — Erwiderung von Ing. G. Schönwald. 388.
Stöppler R. Ein mechanischer Rechenbehelf für Koordinatentransformation. 224. — Erwiderung von Srnka. 224.
Sumec J. Zur Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasen-Kommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten — Erwiderung von Dr. R. Moser. 344.
Teichmüller J. Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken. 324.
Závada, Dr. Ing. B. Das Wachsen der Maschinenleistung. — Erwiderung von Vidmar. 216, 356.

Bücherbesprechungen.

Ahrens, Dr. W. Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik. Von Ing. F. Klein. 504.
Albrecht, Dr. Ing. Richard. Die Akkumulatoren für Elektrizität. Von Dr. Vondráček. 474.
Aschoff L. Form und Endziel einer allgemeinen Versorgung mit Elektrizität. Von K. Zickler. 110.
Beckmann K. Telephon- und Signalanlagen. Von E. F. Petritsch. 558.
Berg H. Die Kolbenpumpen einschließlich der Flügel- und Rotationspumpen. Von K. Rubricius. 134.
Brick H. Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von E. F. Petritsch. 311.
Deckert A. Einführung in die Funkentelegraphie. 342.
Dihlmann C. Werner Siemens. Seine Person und sein Werk. Von E. Honigmann. 48.
Donath E. und Gröger A. Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge. Von Dr. Vondráček. 271.
Dyes, Dr. W. A. Wärme — Kraft — Licht. 551.
Eversheim, Dr. P. Angewandte Elektrizitätslehre, ein Leitfaden für das elektrische und elektrotechnische Praktikum. Von A. v. Ettingshausen. 133.
Fischer K. Einführung in die Hochspannungstechnik. 518.
Formánek, Dr. J. Benzin, Benzinersatzstoffe und Mineralschmiermittel. Von Dr. R. Vondráček. 542.
Hartmann, Dr. R. Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. Von Prof. K. Zickler. 24.
Gerbel, Ing. M. Die Grundgesetze der Wärmestrahlung und ihre Anwendung auf Dampfkessel mit Innenfeuerung. Von Dr. G. Dimmer. 271.
— Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie (Abfallenergieverwertung). 518.
Gerolsky, ng. W. Die Berechnung der Biegungs- und Torsionsfedern. 456.
Goldreich, Ing. A. H. Die Kohlenversorgung Europas. Von Dr. R. Vondráček. 541.
Gröger A., s. Donath E.
Grosse O. 40 Jahre Fernsprecher. Von Ing. E. F. Petritsch. 296.
Gumlich, Dr. E. Leitfaden der magnetischen Messungen. Von K. Zickler. 398.
Heim, Dr. Carl. Die Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. Von Ing. M. Rabl. 354.
Heyn, Dr. Ing. Wilhelm. Die Geschwindigkeitsmesser mit Reibungsgetriebe. Von K. Rubricius. 172.
Klingenberg, Dr. G. Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Von Prof. Niethammer. 341.
Krause R. Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik. Von A. v. Ettingshausen. 550.
Lindow, Dr. Martin. Differentialrechnung. Von Dr. G. Dimmer. 386.
Möllinger J. A. Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler. 259.
Morgner F. O. Die Heizerschule. 551.
Neuhold E. Die Technik der Fernmeldeschaltung. Von Ing. E. F. Petritsch. 304.
Paul, Dr. Ing. A. Erneuerungs-, Ersatz-, Reserve-, Tilgungs- und Heimfallfonds. Von W. Kübler. 412.
Pfeiffer, Dr. Ing. A. Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen. Von K. Rubricius. 331.
Pinner F. Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter. Von Dr. H. Schreiber. 443.
Pöschl, Dr. Th. Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Von Dr. Dimmer. 259.
Röll, v. Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. 259.
Rotth A. Grundlagen der Elektrotechnik. Von K. Zickler. 311.
Ruppel, Prof. Dipl. Ing. S. Vereinfachte Blitzableiter. 503.
Russ E. Fr. Die Elektrostahlöfen. Von Dr. Vondráček. 495.
Schanzer, Ing. M. Flugmotoren. Von Ing. J. Löwy. 466.
Schlüter H. Die höhere Mathematik als allgemein verständliches Rechnungsmittel. Von Dr. G. Dimmer. 296.
Schmiedel, Dr. Ing. Karl. Wirkungsweise und Entwurf der Motorelektrizitätszähler. Von R. Ziegenberg. 172.
Schulze, Dr. F. A. Große Physiker. Von Dr. Girtler. 304.
Seufert F. Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von Ing. Kopp. 47.
Siegel, Dr. Ing. G. Der Verkauf elektrischer Arbeit. Von K. Zickler. 171.
Steinmetz, Dr. Ing. Georg. Dehnungsmessung am laufenden Riemen. Von K. Rubricius. 342.
Stiel, Dr. Ing. W. Theorie des Riementriebes. 551.
Strecker, Dr. K. Die Telegraphentechnik. Von Ing. E. F Petritsch. 11.
Thurn H. Die Funkentelegraphie. Von Dr. Ludewig. 48.
Zipp Hermann. Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik. 281.

Patentberichte.

Gasmaschinen.
Arbeitsverfahren 11
Zweitaktmaschinen 12
Viertaktmaschinen ..... 22 (H. 2)
Besondere bauliche Anordnungen ..... 23 (H. 3), 48
Ladevorrichtungen und Verfahren (Dieselmaschinen) .. 100, 111
Elektrische Anlasser 111, 134
Elektrische Zündung 135
Rotationskraftmaschinen.
Kapselmaschinen 160
Gasmaschinen m. kreis. Kolben 160

Rotationspumpen.
Schleuderpumpen 182
Pumpen m. kreisendem Kolben 183

Schleuderpumpen für Luft und Gas.
Kreiselgebläse 193
Bauliche Ausgestaltung 193

Wasserkraftmaschinen.
Wasserturbinen 203
Regelvorrichtungen 204

Elektromaschinenbau.
Dynamogestell 215
Kühlung 215
Anker 216
Kollektoren und Schleifringe 216
Umlaufende Feldmagnete 216
Wendepole 223
Funkenverhütungseinrichtungen 224
Kompensationseinrichtungen .. 224
Gleichstrommaschinen 235
Wechselstromgeneratoren 236
Rotierende Umformer 248
Gleichrichter 248
Transformatoren ... 259, 272, 282
Asynchronmotoren 282
Synchronmotoren 283

Leitungsbau.
Isolatoren 312
Leiter und Kabel 312

Schalter.
Messerschalter 323
Steckerschalter 324
Schalter mit Sperrung 324
Quecksilberschalter 324
Öl- u. Hochspannungsschalter 331
Elektrolytischer Zeitschalter .. 332

Sicherungen.
Schmelzsicherungen 342
Überspannungssicherungen 343
354, 375

Elektrische Beleuchtung.
Bogenlampen.
Elektroden für Bogenlampen 387
Scheinwerfer 387
Glühlampen.
Herstellungsverfahren f. die Lampe 387
Glühlampenfassungen 399
Glühlampenarmaturen 399
Verschiedene Einrichtungen an Glühlampen 400
Lampen mit Gasfüllung 400
Elektrische Gaslampen 423
Quecksilberdampflampen 424

Elektrische Regulier-einrichtungen.
Elektrische Widerstände 432
Regulierung von Gleichstrommaschinen und Anlagen ... 444
467, 475
Regler f. elektr. Maschinen 476, 484
Regulierung v. Gleichstrommotoren 484, 495
Regulierung v. Motorgeneratoren u. Umformern 496
Regulierung v. Wechselstrommaschinen u. Anlagen 496
Regulierung v. Transformatoren 496, 511
Sicherheitseinrichtungen für Wechselstrom- u. Drehstromanlagen 511, 519
Regulierung v. Wechselstrom- u. Drehstrommotoren 519

Elektrisch betriebene Hebezeuge.
Aufzüge, Krane, Fördermaschinen 535, 542
Elektrohängebahnen 542

Elektrische Heiz- und Kochapparate.
Elektrische Heizkörper und Heizvorrichtungen 551
Elektrische Flüssigkeitserhitzer 552
Elektrische Kocheinrichtungen 552

Digitized by Google

Vereinsnachrichten.

Bilanz und Voranschlag des elektrotechnischen Vereines in Wien. 124.
Chronik des Vereines. 112, 123, 468.
Denkschrift des Elektrotechnischen Vereines zum Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft. Sonderheft S. XXVIII.
Diskussion zum Vortrag von Ing. Tobell, betr. „Notwendige Maßnahmen zur Entwicklung der Wasserkräfte". 59.
— zum Vortrag von Ing. Spyri, betr. „Normalisierungen in der Elektrotechnik". 86.
— zum Vortrag von Dr. A. v. Krasny über „Der Entwurf des Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft" am 19. und 28. 3. 1918. Sonderheft S. IX.
Exkursion nach Zillingsdorf. 456, 468.
Generalversammlung, 36. ordentliche. 197.
— außerordentliche. 559.
Hilfs- und Fürsorgeaktion des Elektrotechnischen Vereines in Wien. 536.
ochspannungsvorschriften für Betriebstätten. 160.
Inhaltsverzeichnis der E. u. M. 528, 536, 544, 552.
Kriegsanleihe. 8. 284.
Maßnahmen zur Entwicklung der Wasserkräfte, Vortrag v. Ing. Tobell vom 5. 12. 1917. Seite 58.
— Diskussion hiezu. 59.
Neue Mitglieder. 136, 248, 332, 456, 468, 536.
Protokoll der 36. ordentl. Generalversammlung. 197.
— der außerordentlichen Generalversammlung. 559.
Regulativkomitee, betr. elektrische Handlampen. 543.
— betr. Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen. 559.
Sicherheitsvorschriften, 4. und 9. Anhang. 23 (H. 3), 237.
— 10. Anhang. 260.
—, Erdschlußanzeiger. 559.
—, Erdung des Nulleiters. 559.
—, Handlampen 543.
Sitzungsberichte. 543, 559.
Statutenänderung. 520.
Stellenvermittlung für Elektrotechniker. 512.
Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen für elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen. 529.
Ankündigung von Vorträgen.
a) Des Elektrotechnischen Vereines.
S. 24, 123. Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Vorträge von Hofrat Hochenegg (Einleitung), von Dr. Seefehlner: „Die elektrische Zugforderung auf der Puget—Sound-Strecke", am 23. 1. 1918 und von Ing. P. Poschenrieder: „Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden, Norwegen" am 6. 2. 1918
S. 68. Vortrag von Dr. A. v. Krasny über den Elektrizitätsgesetz-Entwurf am 21. 2. 1917.
S. 100. Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Vortrag von Ing. L. v. Verebely „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien" am 6. 3. 1918.
S. 160. Vortrag von Ing. G. Seeliger „Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters" am 15. 3. 1918.
S. 123. Ankündigung der 36. Generalversammlung am 28. 3. 1918
S. 123. Ankündigung der Diskussion zum Vortrag von Dr. v. Krasny über den Gesetzentwurf betr. die Elektrizitätswirtschaft am 19. u. 28. 3. 1918.
S. 136, 148. Vortrag von Dr. G. Großmann über „Strahlung, Elektrizität und Materie" am 3. 4. 1918.
S. 520. Einladung zur außerordentlichen Generalversammlung.
S. 520. Vortrag von Dr. Sachs: „Über die Einrichtung des elektrischen Bahnbetriebes in der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der Elektrisierung der Gotthardbahn."
b) Des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.
S. 24. Vortrag von Dr. Flamm: „Die Erfahrungsgrundlagen der Relativitätstheorie" am 24. 1. 1918.
S. 48, 60. Vortrag von Ing. K. Straszewski „Das Elektrizitätswerk Siersza" am 12. 2. 1918.
S. 496. Vortrag von Ing. Poschenrieder „Die Antriebsarten bei elektr. Fahrzeugen" am 19. 11. 1918.
c) Des österr. Verbandes des Vereines Deutscher Ingenieure in Wien.
S. 24 (H. 3). Vortrag von Dr. Fr. Hertz über „Die Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege" am 22. 1. 1918.

Personalnachrichten.

Altmann, Ing. H. 224.
Boschan, A. v. 412.
Dimmer, Dr. G. 400.
Dittes P. 236.
Grau August. 312.
Grünhut, Ing. A. 400.
Haubach, Prof. Ju.. 12.
Hruschka, Dr. Artur. 12.
Krasny, Dr. A. v. 136.
Krauß F. 412.
Kunze, Ing. O. 160, 490.
Kusminsky, Dr. L. 400.
Lang V. v. 260.
Löwenstamm Rudolf. 204.
Löwy, Ing. J. 400.
Marx, Ing. A. 24.
Neureiter, Dr. Ing. Ferdinand v. 194.
Scheichl Eduard. 100.
Seefehlner, Dr. Ing. E. 148.
Vondrášek, Dr. techn. R. 24.
Wessely, Dr. C. 400.

Nekrologe.

Braun Ferdinand. 310.
Conrad, Ing. H. 400.
Puluj, Prof. Dr. Joh. 184.
Piette-Rivage, Ludwig v. 412.
Rochitzer Josef. 324.
Ross, Ing. Friedrich. 136.

Sachverzeichnis.

A

Abdampfturbinen m. Induktionsgeneratoren 463
Abfallfreie Zeit b. Holzmasten 33
Ableiter f. Überspannungsschutz Pat.-Ber. 356
Ablösungsrecht, staatliches, von El.-Werken 72, Sonderheft, S. VII, XXXII
Abraumförderung, elektr. 67
Abscheidung, elektr.. f. Hüttenrauch 214
Abwärmeverwertung in El.-W. 8
Abwasserturbine 547
Acérial 109
Akademie f. techn. Forschung 313
Akkumulatoren 474
— batterie f. Hochspannung . 396
— —, Pufferbatterien, Pat.-Ber. 467
—, Ladeeinrichtungen, Pat.-Ber. 467
— lokomotiven 214
—, Reinigung d. Schwefelsäure 455
—, stationäre 354
—, transportable, Pat.-Ber. .. 467
— wagen in der Schweiz..... 182
Aloxit 533
Aluminiumhülsen als Leitungsverbinder 96
— legierung 109
—, Sicherheitsvorschriften 260
— transformator 45
— überzug auf Eisen 431
— wicklungen f. Maschinen u. Transf. 44, 238, 388, 433
Amide, Schmelzelektrolyse ... 331
Aneisung von Leitungen..... 485
Anker v. Dynamomaschinen, Pat.-Ber. 216
Anlaßdynamos, Remanenzverhütung..... 469
Anlaßmotoren, elektr. f. Gasmaschinen, Pat.-Ber. 111, 134
Anlassen v. Umformern, Pat.-Ber. 248
— v. Drehstrommotoren 222
Anlasser f. Asynchronmotoren, Pat.-Ber. 282
Anschlußanlagen an Überlandzentralen..... 191
—größe in Überlandnetzen.. 353
—kontakte f. Sammelschienen 43
Antenne, Verlegung 518
s. a. Drahtlose Telegraphie.
Antimon, elektrolyt. Gewinn. 331
Antrieb, elektr., auf Schiffen 202
— auf Schiffswerften 528
— für Gummiwalzen 178
walzen 178
— f. Kalander 178, Pat.-Ber. 495
— f. Pumpen 322
— f. Schleifmaschinen 178
— f. Walzenpressen..... 178
— f. Walzenstraßen 178
—, Normalisierung..... 483
Apparate, elektr., f. Hochspannung 82
Äquivalent, elektrochem., von Silber 214
Arbeiterschutz im Elektrizitätswesen 76
Argentan 68
Armaturen f. Glühlampen, Pat.-Ber. 399
Aschentransport i. El.-Werken 501
Asynchronmotoren, Pat.-Ber... 282
— aus Ersatzmetallen..... 459
s. a. Induktionsmotoren.
Atmosphäre, Radioaktivität... 310
Atmung, künstl., s. Hilfeleistung.
Atom, Konstitution 402, 413
—modell 414
Atomistik d. Elektrizität . 310, 402
Audion 99, 256, 295, 309, 397, 411 473, 518
s. a. Drahtlose Telegraphie.
Aufzüge, elektr., Pat.-Ber..... 534
Ausfuhr elektr. Energie 340
Ausnutzungsfaktor v. Reflektoren 81
Ausschließlichkeitsrechte f. Elektrizit.-Untern., Sonderheft, S. VI
Automobilmotor, Schalluntersuchung 537

B

Backen, elektrisch 22, 180
Bagger, elektr. betr. 67
Bahnen, elektrische.
— Anlagen:
Bludenz—Schruns 167
Chicago — Milwaukee — St. Paul 115, 177
in Dresden 170
Langenthal—Melchnau 182
Mittenwaldbahn 140
i. New York 123
Riksgränsenbahn..... 142
Rjukanbahn 144
i. Vereinigten Staaten von Amerika 177
— Bahnkraftwerke s. Elektrizitätswerke, Kraftwerke
— Beleuchtungseinrichtung... 363
— Dreileiteranlage 170
— Elektrifizierung: ... 61
der Apenbahnen 20, 59
der Bahninien nach Wien 114
Dessau—Bitterfeld..... 135
i. Italien 323
d. North-Eastern Ry. ... 122
i. Österreich 20, 59, 113, 121 140
Salzburg—Berchtesgaden .. 140
d. schlesischen Gebirgsbahnen 139
d. Schoellenenbahn 528

Digitized by Google

d. schwedischen Staatsbahnen 141
i. d. Schweiz 181, 374, 456, 528
d. Wiesentalbahn 141
— Kohlenersparnis d. Elektrif. 304
— Nutzbremsungel.Lok.120,549,553
— Statistik f. Österreich 21
— Steuerung durch Schützen 541
— Stromabnehmer aus Kohle 548
— Stromverbrauch 123
— Umformerunterwerke . 118, 122
s. a. Fahrleitung, Grubenbahnen, Lokomotiv. elektr.
Baretter f. Messung d. Schallstärke 537
Belastungscharakteristik von Kraftwerken 94
Beleuchtung, Berechnung 252, 522
—, Bodenbeleuchtung graph.Bestimmung 361
—, Fabriksbeleuchtung ...20 (H. 3)
—, Flächenhelle 522
— u. Hygiene 240
— künstl., Einfluß auf Pflanzenwachstum 374
— praktische 18 (H. 3) 252, 521
— Stärkemessung 261
—, Verbesserungen a. d. Glühlampenbeleuchtung 541
Beleuchtungsanlagen, Wirkungsgrad 473
Beleuchtungskosten f. Lampen, graphische Darstellung 454
Beleuchtungskörper f. Glühlampen, ... Pat.-Ber. 400
Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Deutsche 18 (H. 3), 239, 359
Beleuchtungswesen i. d. Archit. 521
Bellit 14
Benutzungsdauer in El.-Werk. 94
Benzin, Untersuchung 542
Bergbaubetriebe, elektr. 56
Bestellspannung b. Glühlamp. 19
Betriebskosten in El.-Werken 93
Biegungsfedern, Berechnung .. 456
Bilanz d. El.-Vereines in Wien 124
Blendung ..... 22 (H. 3), 522
Blindgetriebe f. Gasmaschinen, Pat.-Ber..... 22 (H. 3)
Blinklicht, el., f. Leuchttürme 132
Blitzableiter m. Al-Zellen 180
— amerikanische 538
—, Hörnerblitzableiter 279, 538
—, Konstruktion 503
—, oxyde film 463, 538
—, Registrierapparat 293
— f. Schwachstromanlagen, Pat.-Ber. 375
Blitzschutzvorrichtung, Pat.-Ber. 343
s. a. Blitzableiter, Überspannungsschutz.
Bogenlampe, Elektroden, Pat.-Ber. 387
— Lichtausstrahlungskurve ... 79
— mit Neon-Heliumfüllung .. 389
—, Wolframbogenlampe . 108, 345
Bohrsche Theorie 144
Bohrhammer 56
—maschine, elektr. 56
Bootswinden, el. angetr. 203
Borokarbon 533
Boucheries Tränkungsverfahren 13
Brandschutz f. Ölschalter 82
Braunkohlen-Verwertung durch Vergasung 11
Braunsches Rohr, m. Glühkathode..... 455
Brechung des Lichtes 22 (H. 3), 225
Brennkrafttechnische Gesellschaft 110, 510
Brennstoffe, Ausnutzung 110, 510
— — in Amerika 256
— f. Dieselmaschinen, Pat.-Ber. 111
— minderwert. f. Kraftw. 62, 322, 540

C

Carimite 132
Charakteristik d. Diffusion.... 231
Cob Tyre Sheath-Draht 47
Coolidge-Röhre 178
Courscher Schlüssel 385

D

Dampfkessel-Anlage in Großkraftwerken 158, 385
— Betrieb 19, 492
—, elektr. geheizt 8, 235, Pat.-Ber. 552
Dampfkesselfeuerung, Gasfeuerung..... 234
s. a. Feuerung f. Dampfkessel.
Dampfkraftwerke, Anlagekosten 126, 129
— m. gasgefeuerten Kesseln 234
— Wasserreinigung 386
s. a. Elektrizitätswerke.
Dampfmaschinen, Kosten der Krafterzeugung 215
— Regulierung 517
Dampfturbinen, Abdampfturb. 463
— in Amerika 176, 246
— großer Leistung 202
— f. hochgespannten Dampf.. 556
—, System Ljungström 8
— m. Zahnradgetriebe 55
s. a. Dampfkraftwerke, El.-Werke.
Dämpferwicklung f. Synchronmotoren, Pat.-Ber. 283
Dämpfungsmesser 234
Denkschrift d. El.Ver., Sonderheft, S. XXVIII.
Déri-Motor, Berechnung 189
— für Grubenlokomotiven ... 22
Deutsche Beleuchtungstechn. Gesellschaft 18 (H. 3), 239, 359
Dielektrikum, Theorie d. Nachwirkung 68
Dielektrische Festigkeit..... 534
Dielektrizitätskonstante... 235, 442
Dieselmaschinen, Pat.-Ber. 11, 100
Differentialrechnung 386
Diffusion d. Lichtes 22 (H. 3), 225
— Diffusionskoeffizient 227
Dimensionskoeffizient..... 58
Doppelbrechung, elektr. 109
Doppelt verkettete Streuung, s. Streuung.
Drahtbundhülsen a. Aluminium 95
Drahtlose Telegraphie 48, 342
—, Abstimmschärfe 353
—, Empfangsstärke 353
—, Hörbarkeitsmessung 191
—, Statistik d. Funkentelegr.-Stationen..... 382
—, Theorie d. Energieübertrag. 465
s. a. Antenne, Audion.
Drahtseilbahn, elektr. betr.... 56
Drehstrommotor, Anlasser, selbstt..... 222
—, doppelt verkettete Streuung 144
—, Kurzschlußanker, Berechng. 499
—, polumschaltbar 108, Pat.-Ber. . 282
— mit Regelsatz 178
Drehtransformator 353, Pat.-Ber. 282
Drosselspulen 68, 180, Pat.-Ber. 519
—, Überspannungsschutz 377, 392
Pat.-Ber. 355, 375
Druckknopfsteuerung f. Aufzüge, Pat.-Ber..... 535
Duplexschaltung v. Hughesapp. 525
Durchführungsisolator, Pat.-Ber. 312
Durchleitungsrecht f. Elektr.-Untern., Sonderheft, S. VI.
Durchlaufkanne, elektr. geheizt 270
Dynamomaschine, Berechnung graphische 497
—, Bürstenfeuer 464
— aus Ersatzmetall 238, 388, 433
—, Erwärmung 205
—, Gestell, Pat.-Ber. 215
— Konstruktion, Pat.-Ber. .. 216
—, Kühlung, 207, Pat.-Ber. ... 215
—, Regulierung, Pat.-Ber. ... 467
s. a. Gleichstrommaschinen, Wechselstrommaschinen.

E

Edelgaslampen, elektr. 389
Eimerbagger, elektr. betr. 67
Einschaltstrom von Transformatoren 273, 425, 513
Eisbildung auf Leitungen 485
Eisen, Schneiden m. Lichtbogen 547
Eisenlegierung, Hysteresis 412
—, Leitfähigkeit 247
—, magn. Eigenschaften 397
Eisenleiter f. Kabel, Pat.-Ber. 312
Eisenleitung, Widerstand bei Wechselstrom 84
Eisenprüfung von elektr. geschweißtem Eisen 502
Eisenverluste, Trennung 495
Eisenbahnschienen, Widerstand b. Wechselstrom 85
— signal, Beleuchtung elektr. 213
— wagenbeleuchtung, s. Zugbeleuchtung.
Elektrit 533
Elektrizitäts-Amt in England.. 97
—Buch 73, Sonderh., S. VII, XXXIV
—Erzeugung a. Leuchtgas ... 192
—Förderungsstaatliche 70, Sonderheft, S. XXX
—Gesetz in Österreich 70, Sonderheft, S. I
— — in Ungarn 23
—Kommission 76
—Lehre, angewandte 133
—Monopol 24
—Theorien 310, 404
Elektrizitätsversorgung 266
— in Deutschland 4, 322
— Eigenanlagen 508
— in Großbritannien 97, 107, 308
— im Kanton Graubünden .. 500
— im Kanton Waadt 157
— in landwirtsch. Gebieten 158, 506
— in den Niederlanden 249, 504
— in Österreich 21, 101, 126, Sonderheft, S. II
— in Preußen 110
— in Württemberg 292
Elektrizitätswerke, Abwärmeausnutzung 8
—, Bahnkraftwerke, i. Muldenstein 138
— — für die Chicago-M.-St. Paulbahn 118
— — für New York 123
— — am Porjusfall 142
—, Beschränkung d. Stromabgabe 443
—, Betriebskosten 2, 89, 101, 127, 372, 556
— m. Braunkohlenfeuerung... 145
— der Cansas City L. u. P. Co. 539
—, Charakteristik 556
—, Eigenanlagen, Sonderh., S. III, XXXIV
— in Großbritannien 108
—, Großkraftwerke, Wirtschaftlichkeit 2, 61, 89, 101, 126, 372, 504, 556, Sonderheft, S. II
— in Hamburg..... 108
—, Kochstromabgabe 53
—, Kohlenlagerung u. -transportierung 501
—, Kohlensteuer 281
—, Kohlenverbrauch 421
—, Nebenproduktengewinnung 63, 167
— in den Niederlanden 157
—, Preissteigerung 442
— in Sachsen 255, 507
—, Selbstkostenberechnung . 1, 340
—, Statistik in Deutschland .. 213
— — in Japan 556
— — in Schweden 131
—, Stromlieferung f. Straßenb. 556
—, Tarifsysteme 132, Sonderh., S. VII, XXXII
— i. Ungarn, Landesverband 47
—, Verkopplung 429, Sonderh., S. II
—, Windkraftwerke 385
—, Zentralisierung in Deutschland 145
— s. a. Dampfkraftwerke, Wasserkraft-Elektrizitätswerke.
Elektrizitätszähler, Benutzungsstundenzähler..... 57
—, Eichverfahren 540
—, Motorzähler 172, 259
—, Tarifzähler 55
Elektrochemische Industrie in Frankreich 533
— — i. d. Schweiz 147
— Normalpotentiale 411
— Verfahren, Ausbeute und Stromverbrauch 503
Elektroden f. Scheinwerfer ... 169
— f. Schweißapparate 545
—, Magnetitelektroden 364
Elektrohängebahn, Pat.-Ber. 542
Elektroindustrie, s. Industrie, elektrotechnische.
Elektrokultur in England..... 182
Elektrolytverfahren zur Untersuchung v. elektrostat. Feld. 247
Elektromagnet f. Heilzwecke 431
— felder, ... 510
— f. starke Felder 85
Elektromaschinenbau, Pat.-Ber. 215
—, Erwärmung 49, 64, 205
—, Wachstumsgesetze 149
Elektrometall..... 109
Elektromotoren aus Ersatzmaterial 9, 448, 459
—, gekapselte 502
—, Regulierung, Pat.-Ber. ... 484
— auf Schiffen 203
—, Wirtschaftlichkeit 9
s. a. Gleichstrommotor, Dérimotor, Drehstromkollektormotor, Drehstrommotor, Induktionsmotor, Kollektormotor, Repulsionsmotor, Synchronmotor.
Elektronentheorie 192
— d. Metalle..... 483
Elektroskop nach Reynolds.. 517
Elektrostahl 10
—Ofen..... 495
— — in Amerika 132
s. a. Ofen, elektr.
Elektrotechnik, Grundlagen 311, 550
—, Praktikum..... 133
— a. d. Technik in Prag..... 171
Elektrotechnischer Verein, ungarischer 558
Elemente, galvan. 323
—, Depolarisation 549
Elmsfeuer als Überspannungsschutz, Pat.-Ber. 355
Energiequellen Amerikas..... 463
—transport 89
Enteignung f. El.-Unternehm. 70 Sonderh., S. VI. XXX
Entkupferung v. Bahnen, el. 167
Entladungsröhren 10, 214
—, Glimmstrom 432
Entropiekonstante 41
Enzyklopädie d. Eisenbahnwes. 25
Erdmagnetismus, Best. d. Horizontalintensität 158, 213
Erdleitungsdrähte ..... 13 (H. 3)
Erdschluß-Anzeiger 559
— Prüfer, Pat.-Ber. 519
—, Schutzeinrichtung, Pat.-Ber. 512, 519
—, Spule 362
Erdung 297, 559
Erneuerungsfond 412
Ersatzfond 412
Erzscheider, elektromagnetisch. 550

F

Fabrikationsbureau 258
Fabriksbeleuchtung ..... 20 (H. 3)
Fahrleitung f. el. Bahnen aus Eisen 84, 182
—, Induktion b. Wechselstrom 316
—, Isolator 9
Fahrzeugbeleuchtung, s. Zugbeleuchtung.
Faradayeffekt im Eisen 158
Fassungen f. Glühlampen, Pat.-Ber. 399
Fäulnis b. Holzmasten..... 14
Fehlerortsmessung an Kabeln 210
Feldmagnete, Konstruktion, Pat.-Ber. 216
Fernkraftwerk, s. Elektrizitätswerk-Großkraftwerk.
Fernleitung, Berechnung v. Induktion u. Kapazität..... 314
— künstlich 181
—, Sicherheitseinrichtung, Pat.-Ber. 511
s. a. Leitungen.

Digitized by Google

Fernmeldeschaltungen 304
Fernschaltung f. Elektrohängebahnen ..... Pat.-Ber. 542
– f. Lampen 294
– f. Scheinwerfer 132
Fernsprecher, s. Telephon.
Fernsprechtechnik 311
Feuerbrücken m. Staupendeln 385
Feuerlöscheinrichtung f. Transformatoren 47
– f. Turbogeneratoren 540
Feuerlöschmittel 503
Feuersicherheit el. Anlagen .. 337
Feuerung f. Dampfkessel 551
– bei Spitzenbelastung 540
–, Kohlenstaubfeuerung 256, 322
– mit Torf, Lignit . . . 256, 410
–, Unterwindfeuerung 386
–, Wärmestrahlung 271
s. a. Rost.
Filter f. Röntgenstrahlen 23
Flächenbeleuchtungsformel ... 523
Flächenhelle v. Lichtquellen 22 (H. 3), 232, 242, 522
Flammen, leuchtende, Temperaturbestimmung 455
Flugtechnische Probleme 259
Flugzeugmotor 466
–, Schallkurve 537
Fluoride z. Holzimprägnieren 14
Flüssigkeitserhitzer, elektr. ... 309
– widerstand, Pat.-Ber. 432
Förderbahn, elektr. 234
s. a. Grubenbahn.
Förderlokomotive, elektr. 56
s. a. Grubenlokomotive.
Fördermaschinen, elektr. 465, Pat.-Ber. 535
–, Energiebedarf 502
– mit Ilgnersatz 56, 177, 280, Pat.-Ber. 444
Freileitungen, Sicherheitsvorschriften .....13 (H. 3)
s. a. Leitungen.
Frequenz, kritische 482
–anzeiger 454
–messer 108
–umformer 533
Funkenstrecken als Überspannungsschutz, ...Pat.-Ber. 344
–telegraphie, s. Drahtlose Telegraphie.

G

Garntrocknen, elektr. 85
Gas, radioaktiv 310
Gasabscheider f. Transformat., Pat.-Ber. 260
–bogenlampe 390
–fernnetz 61
–füllungen f. Glühlampen, Pat.-Ber..... 400
–generatoren 491
–küche 52
–lampen, elektr., Pat.-Ber... 423
Gasmaschinen, Pat.-Ber. 11, 22, 48, 100
–, Abwärmeverwertung 441
– in Amerika 176
–, Anlaßmotoren 111, 134
– m. kreisender Trommel, Pat.-Ber. 160
– **Mehrzylindermaschinen**, Pat.-Ber. 48
– **Regulierung**, Pat.-Ber. 111, 517
–, **Steuerung**..... Pat.-Ber. 111
–, **Wirtschaftlichkeit** 9
Gasmotoren, s. Gasmaschinen.
Gasturbine 107
Gebahrungsausweis d. El.-Ver. in Wien..... 124
Geißlerröhre, Ionisationsmess. 257
Generalversammlung, außerordentliche 559
s. a. Jahresversammlung.
Geschwindigkeitsmesser 172
–**regler**, für Wasserturbinen, Pat.-Ber. 204
Gestänge für Schwachstromleitungen 487
Glanz d. Lichtquellen 242
Glas, elektrotherm. Herstellung 67
–, **Lichtstreuungsvermögen**... 227
Gleichrichter, elektr., Pat.-Ber. 248
–, Tungargleichrichter ..179, 431
– f. Wechselstrom-Hochspann. 147
s. a. Quecksilberdampfgleichrichter.
Gleichstrommaschinen, Pat.-Ber. 235
– aus Ersatzmaterial 446
– für Hochspannung, Pat.-Ber. 235
–, Regulierung, Pat.-Ber. 444, 467
Gleichstrommotoren in Amerika 177
– f. Dreileiteranordnung 178
–, Grobschaltung 430
–, Regulierung, Pat.-Ber. 484., 495
Glimmer, Temperatureinfluß 374
Glimmlampe 391
–strom v. Entladungsröhren 432
Glocken f. el. Lampen 79
Glühkathode s. Röntgenröhren.
Glühkopfmaschinen, elektr. geregelt, ...Pat.-Ber. 12
Glühlampen, Beleuchtungskosten 454
–, Effektverbr., spez. ....21 (H. 3)
–, Einbau, ...Pat.-Ber. 599
–, Erwärmung d. Sockel..... 548
–, Evakuieren. .....Pat.-Ber. 387
– m. Gasfüllung 303, Pat.-Ber. 400
–, Kennzeichnung.... 19, 21 (H. 3)
–, Lampenbirnen, Herst., Pat.-Ber. 387
–, Lebensdauer-Berechnung .. 422
–, Lichtaustrahlungskurven . 79
–, Normalisierung 19
–, Ökonomie ..... 21 (H. 3)
– f. Photographen 303
– f. Projektionsapparate . 180, 234
– z. Straßenbeleuchtung 180, 294, 308
– m. Wolframdraht, Normalien 19
Grobschaltung f. Gleichstrommotoren 430
Größenkonstante v. Maschinen 57
Großkraftwerke s. El.-Werke.
Grubenbahnen, el. betr. 56
– – m. Déri-Motoren 22
– –, Lokomotive, elektr. .. 177
Gummifabriken, elektr. Antriebe 178
–handschuhe, Sicherheitsvorschriften ..... 24 (H. 3), 237

H

Handlampen, elektr., Sicherheitsvorschriften 543
Hängeisolator 56, 502
Haselwandermaschinen, Pat.-Ber. 100
Hausbrand, Kohlenverbrauch . 19
Hebezeuge, elektr., Pat.-Ber. 535, 542
–, Sicherungseinrichtung..... 56
Heimfallfond 412
–recht i. Elektr.-Untern., Sonderheft, S. VII
Heizkörper, elektr., ..Pat.-Ber. 551
– f. Kochgefäße 180
– f. Trockenanlagen 85
Heizung, elektr., ...Pat.-Ber. 551
– für Dampfkessel 8, Pat.-Ber. 552
– – Warmwasserbereitung 132, 309
Hightensile 171
Hilfeleistung b. el. Unfällen 358
Hilfs- u. Fürsorgeaktion d. El. Vereines 536
Hilfsmaschinen auf Schiffen, elektr. Antrieb 203
Hochfrequenz, Erzeugung in Glühkathodenröhren 10
– Maschine, Pat.-Ber..... 236
– Meßinstrument 517
Hochspannungsapparate, Brandschutz 82
–batterie f. Wechselstrombetr. 396
–fernleitung 213, 431
–gleichstrommaschine, Pat.-Ber. 235
–netze, wirtschaftl. Leitungsberechnung..... 442
–schaltanlagen, Pat.-Ber..... 519
–sicherung, Pat.-Ber. 342
–technik..... 281, 518
–vorschriften f. Betriebsstätten 160
Höchstbelastungsfaktor 540
Holzmaste, Lebensdauer 13
–, Tränkungsverfahren 14
Hörbarkeitsmessung f. drahtlose Stationen 191
Hörnerblitzableiter 279, 538
Horizontalintensität s. Erdmagnetismus.
Hughesapparate in Mehrfachbetrieb 526
Hülsenbund f. Freileitungen 96
Hüttenrauch, elektr. Abscheidung 214
Hygiene u. Beleuchtungstechn. 240
Hysteresisverluste, Messung 412
– bei Wechselstrom 494

I

Ilgner-Aggregat 56, 177, 280, Pat.-Ber. 444
–, Wirkungsgrad 280
Imprägnierte Hölzer f. Maste 13
Indikatrix d. Diffusion 226
Induktionsmotor, Phasenkompensation 191, Pat.-Ber.... 520
– Bremsung, Pat.-Ber..... 519
– Regulierung, Pat.-Ber. 519
– Streuung ..... 14 (H. 3)
Industrie, elektrotechn., in Amerika 176, 429
–, Kraftwerk 16
–, Kraft- u. Wärmewirtschaft 518
–, Statistik 550
Installationsmateria li. England 47
Institut f. Kohlenvergasung 10, 111, 341
Ionisation i. Geißlerrohren ... 257
– der Luft 22
Isolatoren, Pat.-Ber. 312
–, Altern d. Porzellans..... 502
–, el. Beanspruchung 363
–, Feldbestimmung 267, 464
s. a. Fahrleitung, Hängeisolator.
Isoliermaterial, für Hochspannung 171
–, künstliches 110, 132
Isolierschutzwände, transp., f. Schaltzellen..... 131

J

Jahresversammlung d. American Institution El. Eng. 462
– der Einkaufsgenossenschaft ö.-u. Elektriz.-Werke 503
– des Elektrotechn. Vereines in Wien 194
– des V. D. E. 341
– des Verband. Schweiz. El.-Werke 341
– der Vereinigung amerikan. El.-Werke 429
– – der El.-Werke 442
– – österr. u. ung. El.-Werke 159, 503

K

Kabel, Pat.-Ber. 312
– Erwärmung..... 540
–, Fehlerortsmessung b. Drehstromkabel 210
– f. intermittierende Betriebe 181
–, künstl. Kühlung 430
–, Schutzeinrichtung, Pat.-Ber. 511
– – bei Parallelschaltung 463, 511
Kadmium als Rostschutz 214
Kaiser Karl-Akademie 313
Kalander, Antriebsregul. 178, Pat.-Ber. 495
Kanalstrahlen 408
Kapselmaschinen, Pat.-Ber.... 160
Kaskadenumformer, Pat.-Ber. 248
Kathodenstrahlen, Theorie ... 405
Kegelspaltturbine, Pat.-Ber. ... 204
Kenotron 170, 431
Kerr-Konstante f. binäre Flüssigkeiten 109
Kleinmotoren..... 9
Kochen, elektr., Wirtschaftlichk. 52
–, Kochapparate ..... 270, Pat.-Ber. 551
Kohlenanalyse i. Kesselhausbetr. 493
–bergwerk m. elektr. Betrieben 234
–erhaltungs-Ausschuß i. England 108
–ersparnis i. Dampfkesselbetr. 19, 540, 551
– – durch Lichtbeschränk. 541
–klausel i. El.-Werken 442
–lager i. Europa 19
–produktion der V. St. A. 421
–steuer i. El.-Werken 281
–transporteinrichtungen in El.-Werken.... 177, 501, 540
–vergasung 10, 19, 111, 341
–wirtschaft in Europa 541, 551
– – Nebenproduktengewinn. 19
–winden f. Schiffe, el. angetr. 202
Kolbenpumpen 134
Kollektormotoren f. Drehstrom, Ankerwärme 339
–, Regulierung Pat.-Ber. 520
– f. Wechselstrom, Reihenschlußmotor 483
– –, Bürstenverschiebung 173, 189
– –, Déri-Motor 189
– –, Nutzbremsung 553
– –, Thomson-Motor 175
– –, m. Zwischentranformator 202
Kommutator, Konstruktion, Pat.-Ber. 216
–, Kühlung, ... Pat.-Ber. 216
– maschinen s. Kollektormasch.
Kommutierungseinrichtungen, Pat.-Ber. 224
Kompensationseinrichtungen. Pat.-Ber. 224
Kompressoren, Normalisierung 493
Kondensator (Dampf) f. Großkraftwerke 508
–, Oberflächenkondensator ... 46
– –, Kühlwasserreinigung 46, 508
– –, Wasserversorgung 508
–, elektrostatischer..... 179
– –, Strahlung 148
Konzession f. Elektrizitätsunternehmungen .... 69, 72, 73. Sonderh., S. V, XXIX, XXXIII
Koordinaten-Transformation, Vorrichtung..... 155
Kopierwerk f. Hebezeuge, Pat.-Ber. 536
Koronnaverluste 90
Korpuskularstrahlung 405
Kraftwerke s. El.-Werke.
Kran, elektr., Pat.-Ber..... 535
– –, Gleichstrommotor 177
– –, Sicherung gegen Überlastung 56
Kreiselpumpen, Pat.-Ber..... 182
–, mehrstufige 422
– gebläse, Pat.-Ber. 193
Kreosotierte Hölzer f. Maste 14
Kriegsanleihe, 8. 284
Kriegsbleikabel, Sicherheitsvorschriften ..... 13 (H. 3)
Kristalle als Raumgitter..... 418
Küche, elektr. 52
Kugelphotometer 19, 131
Kühlturm f. Kondens.-Anlag. 508
Kühlung v. Kreiselverdichtern, Pat.-Ber..... 193
– v. Maschinen u. Transformatoren 209, 502
– v. Turborotoren 440
Kühlwasserreinigung von Kondensatoren 46
Kunstdünger, Kraftverbrauch bei der Herstellung 386
Kupferraffination, Nebenprodukte..... 494
Kurbelstoßbohrmaschine 56
Kurbelwasserpumpen, Normalisierung 493
Kurzschluß als Brandursache 337
–anker, Berechnung 499

L

Ladestation f. Akkumulatoren, Pat.-Ber..... 467
–, selbstätige, f. transportabl. Akkumulatoren, Pat.-Ber. 467

Digitized by Google

Ladewinden, el. angetr. 202
Lambertsches Gesetz ... 22 (H. 3)
Landesverband, ung., El.-Werke 47
Laufkran m. W.-Leonard-Schalt. 178
Laufräder f. Wasserturbinen, Pat.-Ber. 204
Lebensdauer v. Holzmasten 13
Lederhandschuhe f. Monteure 24 (H. 3)
Legierungen v. Aluminium 109
Leistungskonstante 57, 149
Leitfähigkeit, elektr., v. Eisenlegierungen 247
— — d. Metalle 85
— — v. Seewasser 558
Leitsätze f. Beleuchtungsanlagen 18 (H. 3)
Leitung f. Hochspannungskraftübertragung 534
— aus Eisen, Pat.-Ber. 312
— —, Berechnung d. Energieverluste 363
— —, Verbindungshülsen 518
—, Erdschlußstrom 297
— f. große Spannweiten 270
—, Induktion 314
—, isolierte 47
— mit Ersatzisolierung, Sicherheitsvorschriften 24 (H. 3), 237
—, Kapazität 325
—, Kosten 91, 442
— für Schwachstrom, Gestängebelastung 485
— —, Influenzwirkung, von Starkstromleitung, 365, Pat.-Ber. 375
Leitungskreuzung ..... 13 (H. 3)
Leitungsrechte f. El.-Werke... 69 Sonderh., S. VI, XXIX
Leitungsunternehmungen, Sonderh., S. V
Leitungsverbinder a. Aluminium 95
Leitungsverluste b. Hochspannung ..... 90 s. a. Fahrleitung, Freileitung, Gestänge, Hochspannungsfernleitung, Telephonleitung.
Leonardgetriebe, Regulierung 56, 177, 280, Pat.-Ber. 444
Lichtausbeute ..... 21 (H. 3)
—beschränkung, Einfluß auf Kohlenverbrauch 430
—bogen, unter Druck, Untersuchung 146
— —schweißung 545
— elektrische Zelle 494
— kommission ..... 21 (H. 3)
—, physiolog. Wirkung..... 374
— quelle ..... 18 (H. 3)
— —, Analyse 77
— —, Aufhängehöhe..... 523
— —, ideelle..... 79
— —, Kennzeichnung... 20 (H. 3)
— spiegelung ..... 22 (H. 3)
— stärke ..... 20 (H. 3)
— — v. Glühlampen 19
— — d. schwarz. Körpers ... 132
— —, sphärische, graph. Bestimmung..... 361
—streuung .....22 (H. 3), 225
—strom ..... 21 (H. 3), 77, 522
— —kugel 261, 523
— —kurven 359
— —papier 360
—verteilung, graph. Darstell. 77, 359
Lichtenbergsche Figuren 148
Lignit f. amerikan. El.-Werke 256
Litzenkabel, Pat.-Ber. 312
Lokomotive, elektr., f. Abräumarbeiten 67
—, Achsantrieb..... 222
— m. Akkumulatoren 214
— i. Amerika 177
— d. Chicago — Milwaukee — St. Paul-Bahn 119. 531
—, Einphasenlokomotive 140, 143, 509, 515
— —, Phasenumformung 122
— f. Gleichstromhochspann. 119, 122, 528
— f. d. Gotthardbahn 222
—, Güterzugslokomotive d. Berninabahn 147
— — d. preuß. Staatsbahn. 138, 146, 515
— — i. d. Schweiz 306
— der Mittenwaldbahn..... 140
— der New York, New Haven & Hartford-Bahn..... 509
— der North-Eastern Ry..... 122
—, Nutzbremsung 120, 528
— d. Pennsylvania-Bahn..... 122
— d. Riksgränsenbahn 143
— f. Schmalspurbahnen 147
—, Schnellzugslokomotive 305
—, Verschiebelokomotiven 117
— d. Wiesentalbahn 141
Lotmaschinen, el. angetr. 203
Luftelektrizität, Messungen ... 22
Lufterhitzer, elektr. 309

M

Manganinwiderstände..... 109
Magnete, permanente 270
Magnet. Eigenschaften v. Eisenlegierungen 397
— — v. Manganlegierungen .. 465
Magnetitelektroden 364
Magnetometer m. Entladungsröhre 213
Maschinenkonstante .. 57. 149. 356
Mast, Maschine zum Bohren v. Mastlöchern 494
—, Transformatoren ..... 338 s. a. Gestänge, Holzmaste.
Materie, Bau der 402
Mathematik, Elemente d. höh. 296
—, Unterhaltungs- 504
Maximalstrom-Zeitrelais 280
Mehrfachtelegraphie 525
Mehrphasensysteme, unsymmetrische 502
Mehrzylindergasmaschinen, Pat.-Ber..... 23 (H. 3)
Mendelejeffs System 402
Meßtransformatoren, ...84. 259
Messerschalter, Pat.-Ber. 323
Meteoreisen, el. Leitfähigkeit 281
Meterkerzenmesser 180
Mischkristalle..... 223
Modellreihen in der Technik 398
Mondgas-Verfahren..... 441
Monopolisierung i. d. Elektrizitätswirtschaft, Sonderh. S. III
Moorelicht, Messungen 396
Motorgenerator f. konstante Spannung 363
—, Regulierung, Pat.-Ber..... 496
Motorwagen, elektr., Schützensteuerung ..... 541 s. a. Lokomotiven, elektr.
Motorzähler 172. 259

N

Nachwirkung, elektr. 109
Nahkraftwerke s. El.-Werke.
Nebenprodukte bei Kohlenvergasung 11, 19, 62, 342. 510
Neonbogenlampe 389
Nitralampen 303
Normalisierung in Amerika ... 179
— i. Deutschland..... 258
— v. elektr. Antrieben 483
— i. d. Elektrotechnik ... 86. 398
— i. England 57
— f. Glühlampen 19
— v. Kompressoren 493
— i. Maschinenbau 259
— i. Österreich 86. 529
— v. Periodenzahlen . 86, 125, 529
— d. Spannung 86, 125, 303, 396, 398 529
Normalwiderstände, englische . 109
Normenausschuß d. deutschen Industrie..... 258
Notbeleuchtung, elektr., Pat.-Ber. 400
Nulleiter, Erdschluß 559
Nutenquerfeld im Anker 293
—reaktanz ..... 14 (H. 3)
Nutzbremsung s. Bahnen, elektr.

O

Oberfeldstreuung..... 14 (H. 3)
Oberwellen bei Transformatorschaltung 188
Ofen, elektrischer 495
—, Backofen 22, 180
—, Elektrodenregelung 309
—, z. Glaserzeugung 67
—, v. Greaves-Etchells ... 10, 339
—, v. Grönwall-Dixon 170
—, v. Ludlum 170
—, v. Nathusius 411
—, Schmiedeofen 534
—, z. Stahlerzeugung i. Amerika 132, 178
— Tiegelofen 67, 431
—, Widerstandsofen...67, 431, 534
—, Zinkofen 411
Öl, Treiböl, schweres, f. Dieselmaschinen, Pat.-Ber. 111
—anlasser 221
—kühlung 209
—pumpen, elektr. angetr. 322
—schalter, Pat.-Ber. 331
— —, Aufstellung 213
— —, Brandschutz 82
— —, Feuerlöscheinrichtung . 47
— —, Gasanalyse 82
— —, konstruktive Maßnahm. 83
— —, selbsteinschaltend 146
— —, thermodynamische und chemische Vorgänge..... 82
—untersuchung 494, 542
Ossana-Kreis in Vektorquotient. 7
Oszillograph 558

P

Papier für Leitungsisolat. 24 (H. 3)
Parallelarbeiten v. Transform. 44
Pauschalanschlüsse 559
Peltiereffekt, Messung 57
Peltierwärme i. Wismuth 109
Phasenausgleichung in Drehstromnetzen 453
—kompensation 106, Pat.-Ber. 236
— — v. Induktionsmotoren... 191
Photographie m. Glühlampen 303
Photometer, Kugelphotometer 19, 131
— f. Straßenbeleuchtung 180
— v. Weber ..... 20 (H. 3)
Physiker, Lebensbilder 304
Plätteisen, elektr., Pat.-Ber. 552
Pliotron 10, 295
Polarisation i. Ferromagnetik. 465
Polteilungskonstante 58
Porzellan, Altern des..... 502
Projektionsapparat m. Metalldrahtlampen 180, 234
Protokoll der 36. Generalvers. 194
— der außerordentl. Generalversammlung 559
Prüffeld, Einrichtung 548
Prüfung, magnet., f. Schienen 374
Pseudo-Streuung ..... 22 (H. 3)
Pufferbatterien, Pat.-Ber. 467
Pumpe, m. kreis. Kolben, Pat.-Ber. 183
—, Turbinenluftpumpe ..... 352 s. a. Kolben-, Kreisel-, Rotations-, Schleuder-, Schraubenpumpen.
Punktbeleuchtungsformel 523
Pyrometer 493

Q

Quantentheorie v. Planck 291
Quarz, Herstell. i. elektr. Öfen 67
—lampe 99
Quecksilberdampflampe 99, Pat.-Ber..... 424
—dampfgleichrichter, Schalt. 509
— —, Untersuchung..... 558
—schalter, Pat.-Ber. 324
—turbine 556
Querstrom in Spulen 481

R

Radium, radioaktive Elemente 407
—, — Gase 310
—, — Substanzen, Lebensdauerbestimmung 473
— strahlen..... 407
Rauchgasanalyse im Kesselhausbetriebe..... 493
Raumwinkelkugel 261
Rechnung mit Vektorquotient. 4
Reflektor f. el. Lampen..... 79
—, Theorie, u. Berechnung ... 477
Reflexion d. Lichtes 225
Reibungselektrische Untersuch. 431
Registrierapparate f. Blitzableit. 293
Reglementierung d. Beleucht. 20 (H. 3)
Regler f. el. Maschinen, Pat.-Ber. 476 s. a. Schnellregler, Spannungsregulierung.
Regulierung v. Wasserkraftmaschinen, Pat.-Ber. 204
— v. el. Maschinen usw., Pat.-Ber. 467
Reichskraftnetz 266
Reichswassergesetz, österr. ... 101
Reichweite einer Zwischenstat. in Überlandnetzen 353
Relais, Telephonrelais 214
— f. Typendrucker 165
— f. Überstrom 56
— m. Wechselstromauslösung 519
—, Zeitrelais..... 280
Relativitätstheorie 291
Relativphotometer..20 (H. 3), 524
Remanenz bei Anlaßdynamos 469
Repulsionsmotor ..... 173 s. a. Déri-Motoren.
Reservefond 412
Riemen, Dehnungsmessung 342
—, Theorie d. Riementriebes ... 551
Ringwiderstand, Pat.-Ber. 432
Roheisen, Erzeugung im el. Ofen 170
Röntgen-Apparate 178, 271
— — tragbare 432
—transformator 169
—bilder 132
—röhren m. Gühkathode 455
— — n. Lilienfeld 22
— — Siederöhre 455
—strahlen, Aufnahmen 466
— —, Filter 23
— —, Interferenzversuche ... 416
— —, Röntgenspektrum..... 466
— —, Sekundärstrahlen 148
— — — v. Pt und Ir 473
— —, Zusammensetzung 22
Rost f. Feuerungen, Kettenrost 385
Rostschutz 214
Rotations-Kraftmaschinen. Pat.-Ber. 160
—Pumpen, Pat.-Ber. 182
—Spannung b. Komm.-Mot. 173
Rudermaschine, elektr. angetr. 202

S

Sammelschienen, Berechnung . 44
— aus Ersatzmetall..... 37
Schadenverhütung b. El.-Werk. 76
Schallstärkemessungen b. Explosionsmotoren 537
Schaltanlagen i. El.-Werken 131, 181, 330
— tafeln..... 213
— vorgänge, Theorie..... 430
— zellen m. Isolierwänden... 131
Schalter, Pat.-Ber. 323
—, Topfschalter 82
—, Zeitschalter, Pat. Ber. ... 332 s. a. Ölschalter, Transformator.
Scheintod, elektr. 357, 476
Scheinwerfer-Bogenlampe 169
—, Fernschaltung..... 132
—, Pat.-Ber..... 387
Schellack, Ersatz 171
Schienen aus Eisen, Induktion 317
—, Strombelastung .. 41, 84, 316
Schiffahrt a. d. Donau 103
Schiffsantrieb, elektr. 108, 192, 303
Schiffshaut, el. geschweißt... 533
Schiffspumpen, elektr. angetr.. 203
Schiffswerft, el. angetr. 528
Schleifmaschine i. Papierfabrik., elektr. Antrieb 178
Schleuderpumpen, Pat.-Ber. 182, 193
Schleuderproben f. Rotoren .. 352
Schlüpfungsmesser 108
Schmelzofen, elektr., s. Ofen el.
Schmiermitteluntersuchung ... 542
Schnellregler, Pat.-Ber. 476, 484
Schraubenpumpen 331

Digitized by Google

Schraubkontakte aus Eisen .. 43
Schutzwände f. Schaltzellen .. 131
Schwachstrom, Definition 83
—leitungen, s. Gestänge, Leitungen.
Schwächungskoeffizient v. Reflektoren 80
Schweißen, el., d. Schiffshaut .. 533
— v. Transformatorkästen 545
Schwingungen, elektromagn. 423, 532
Seilbahn in Bergwerken, elektr. betrieben 56
Selbstinduktion, Formeln zur Berechnung 67
Selbstunterbrecher, galvanisch. 323
Senkbremsschaltung, Pat.-Ber. 535
Sicherheitsvorschriften d. El. Vereines 160
—. 7. u. 8. Anhang .... 13 (H. 3)
—, 4. u. 9. Anhang 23 (H. 3), 237
—, 10. Anhang 260, 401
— in England 57
— f. Handlampen 543
Sicherung elektr., Schmelzsicherung, Pat.-Ber. 342
— —. f. Hochspannung 472 519
— —, Sicherungspatrone, Pat.-Ber. 342
— —, Schraubstöpselsicherung, Pat-Ber. 343
Signalapparat f. Blitzableiter 293
— f. Leuchttürme 132
Silberquarz 68
Silbervoltameter 214
Siliziumkarbid als Heizwiderst. 534
Siloxyd 68
Spannungsregulierung Pat.-Ber. 476
— i. Drehstromnetzen 453
— i. Überlandnetzen 353
— v. Windkraft-Dynamomasch. 385
Spannungsreihe, triboelektr. .. 431
Spiegelung d. Lichtes 22 (H. 3)
Spulen aus Ersatzmaterial ... 450
Starkstromunfälle 233, 340
Statistik b. Industrie-Unternehm. 550
— d. Elektrizitätswerke . 131, 213
— d. Funkentelegraphenstat. 382
Statistisches Handbuch Österr. 475
Steckerschalter, Pat.-Ber. 324
Steinkohlenteeröl zur Tränkung v. Masten 14
Stellenvermittlung d. Elektrot. Vereines 512
Sterilisieren mittels ultraviolett. Strahlen, Pat.-Ber..... 424
Stickstofferzeugung i. Amerika 463
Stoßfunkenstrecken als Überspannungsschutz 463
Stoßstrommaschinen, Pat.-Ber. 236
Strahlung, radioaktive 148
Strahlungskonstante v. Glühlampen-Kohlenfaden 132
Strahlenspektrum 419
Straßenbahn s. Bahn elektr.
Straßenbeleuchtung 20 (H. 3). 308
Streuung, d. Lichtes..... 225, 228
— **magn.**, doppeltverkettet 14 (H. 3), 144, 445
— —, Stirnstreuung b. Kommutatormaschinen..... 161
— —. Streufelder i. Spulenkopf 162
— — — v. Turborotoren 440
— —, ungleiche Verkettung .. 446
Stromdichte in Kontaktflächen 44
— verdrängung i. Leitern 37, 98
— verteilung zwischen parall. Transformatoren 44
— wandler 84, 259
Superkonduktoren 550
Synchronmaschinen, graphische Theorie 333
— aus Ersatzmetallen 457
Synchronmotoren, Pat.-Ber. . 283

T

Tageslichtfaktor 524
Tarife i. El.-Werken 55, 132, 171
—, staatlicher Einfluß 71, Sonderheft, S. VII. XXXII
Tarnack 109
Tauchsieder, elektr. 270
Techn. Hochschule Prag, Abt. f. Elektrotechnik 171
Technisches Museum f. Industrie u. Gewerbe in Wien 311
Technisches Normenamt 259
Telegraphen-Anlagen, Leitungsrechte 75, Sonderh., S. XXXVII
— Technik 11, 311
Telegraphie, drahtlose s. Drahtlose Telegraphie.
——. Mehrfachtelegraphie..... 525
Telephonanlagen 558
—kabel, ... Pat.-Ber. 312
—leitung, Wirkungsgrad 293
—relais 214
—zentrale, aut. Wähler 549
Telephonie, Geschichte 296
Temperatur-Bestimmung durch Widerstandsmessung 65
—Gefälle in Wicklungskörpern 51
—Messung i. Glühlampensockeln 548
— — i. Kabeln 540
— — i. Transformatoren..... 430
Theorie d. Elektrizität 310
Thermoelektrische Untersuchung an Mischkristallen 223
Thermoelement 495
Thermokraft v. Wismuth 109
Thomson-Brücke 527
Thornerscher Lichtprüfer 524
Tilgungsfond 412
Topfschalter 82
Torf als Brennstoff in El.-Werk. 256, 409
Torsionsfedern, Berechnung .. 456
Tränkung v. Holzmasten..... 13
Transformatoren, Pat.-Ber. 259, 282
—, Abkühlungsfläche 207
— m. Al-Wicklung 45
— in Amerika 179
—, Belastungsverteilung bei Parallelschaltung 44
—, Betriebsverluste 92
—, Drehtransformator 180
—, Einschaltstrom 273, 425, 514
— aus Ersatzmetall 44, 283, 433
—, Erwärmungsproblem 205
—, Feuerlöscheinrichtung 47
— kasten, el. geschweißt 545
— kühlung 218
—, Magnetisierung 185, 197
—, Mast-Transformatoren 338
— öl s. Öl.
— —konservator 179
—, Parallelarbeiten 283
—, Regulierung, ... Pat.-Ber. 511
— f. Röntgenapparate 169
—, Stationen, Anlagekosten 91, 106
— —autom. Schalter, Pat.-Ber. 496
—, Stufentransformator, Pat.-Ber. 511
—, Temperaturmessung 430
—, Überspannungsschutz 377, 392, Pat.-Ber. 355, 375
—, unsymmetrische 197
—, Verluste in landwirtschaftl. Netzen 99
—, Wanderwellen 481
— wicklungen, ... Pat.-Ber. 272
— — aus Zink 45
Transformatorspannung bei Kommutatormotoren . 173, 344
Transmission, diffuse, d. Lichtes 225
Transportkosten f. Brennstoff . 89
Treibmittel f. Kraftfahrzeuge 271
Triboelektrizität 431
Trocknen, elektr., f. Garn..... 85
Tungar-Gleichrichter 179, 431
Turbine (Dampf) s. Dampfturb.
Turbine (Wasser), Pat.-Ber. .. 203
—, Abwasserturbine 547
— in Amerika 176
— v. Bánki 557
—, Doppelzwillingsturbine 410
—, Francisturbine, mehrfach, Pat.-Ber..... 203
—, Freistrahlturbine, Pat.-Ber. 204
—, Spiralturbine 422
—, Verbundturbine, einrädrig . 422
—, Wasserreibungsturbine, Pat.-Ber. 204
Turbinenluftpumpe..... 352
Turbogeneratoren, Entwicklung in Amerika 246, 324
— f. 55 000 kW 330
— m. Feuerlöscheinrichtung.. 540
—, künstliche Kühlung 430
—, Läuferkonstruktion 439
Turbokompressor, Pat.-Ber. .. 193
Typendrucktelegraph, Relais .. 165

U

Überlandkraftwerke, Entwicklung i. Österreich 505
— i. Graubünden..... 500
— i. Sachsen 255
—, Zwischenstation 353
s. a. Elektrizitätswerke.
Überleiter 550
Überspannungssicherung, Pat.-Ber. 343, 354
— m. Stoßfunkenstrecken 463
s. a. Transformator.
Übertrager f. Telephonströme 339
Ultraudion 295
Ultraviolettstrahlung d. Lichtquellen 245
Umformer für Gleichstrom 363, Pat.-Ber..... 475
—, Kaskadenumformer, Pat.-Ber. 248
—, Regulierung, Pat.-Ber. ... 496
—, rotierend, Pat.-Ber..... 248
Umformerwerke f. elektr. Voll. bahnen 118, 122
Umkehrwalzenstraße, elektr. .. 178
Unfälle in elektr. Betrieben 233, 340
Unterstationen, Frauen zur Bedienung 430
Unterwindfeuerung in Dampfkraftwerken 386

V

Vakuummeßgerät m. Hitzdraht 422
Vektorquotienten 4
Ventil, Elektronenröhre . 179, 431
s. a. Entladungsröhren.
—, elektrothermisches..... 538
Verband Deutscher Elektrotechniker 341, 473
Verbindungshülsen f. Eisenleit. 518
Verbrennungskraftmaschinen, Bau u. Berechnung 47
s. a. Dieselmaschine. Gasmasch.
Vereinigung amerik. El.-Werke 429
— der Elektrizitätswerke 442
— österr.-ungar. El.-Werke .. 159
— ungar. El.-Werke 47, 158
s. a. Jahresversammlung.
Vergasung der Kohle 10, 19
Verstärkungskoeffizient v. Reflektoren 80
Vierfachtelegraphie 527
Viertaktmaschinen, Pat.-Ber. 22 (H. 3)
Vulkanfiber 534

W

Wähler in autom. Telephon.-Zentralen 549
Walzenpressen f. Zuckerfabr., elektr. angetr. 178
— straßen, el. betrieb., i. Amerika 178
Wanderwellen bei Transformat. 481
Warmwasserbereitung, el. 8, 132, 180
Wärme-Akkumulierung ... 22, 309
—Bewegung in Maschinen ... 50
—Leitfähigkeit, Messung 57
—Strahlung der Lichtquellen 241
—Transmission b. Dampfkesseln 492
—Widerstand v. Spulen 210
Wasserhaltung, el. betrieb. ... 56
Wasserkräfte 251
—, Betriebswert 247
— an der Donau 59, 60, 103
— an der Enns 59
— auf der Erde 288
— in Großbritannien 169
— in Österreich 21, 58, 61, 101, 133, 285, 508
—, Kataster i. Österreich 285
—, Speicherung 253
—, Wirtschaftlichkeit 258
— an der Ybbs 59
Wasserkraft-Elektrizitätswerke 251
—, Anlagekosten v. Niederdruckwerken 126, 129
— im Bleiberger Bergbaurevier..... 56
—, Bauart Hallinger 107
— in Böhmen 59, 62
—, Donauwerk 58, 59, 60, 104
— an der Drau 126
— f. elektr. Bahnen 21
—, Entwurf moderner Anlagen 464
—, Freiburg i. Sa. 168
— m. Induktionsgenerator.... 463
—, Isonzowerk 58
— im Kanton Freiburg 527
— im Kanton Graubünden ... 500
— im Kanton Waadt 157
— in Kra'n 58
— der Montana Power Co.... 118
—, Mühleberg 516
— in Norwegen 464
— in Oberösterreich 58
— in Österreich 59
— in Schweden 464
— i. d. Schweiz 157, 500, 516, 527
— m. selbsttätiger Zuschaltung 176, 270, 463
— f. Stickstofferzeugung 463
—, unterirdisch 56, 108
— am Vammafall 46
— in den Vereinigten Staat. v. Amerika 429
— m. wechselndem Gefälle, Pat.-Ber. 204
— in Württemberg 62
Wasserrechtsgesetz 58
Wasserreinigung in Dampfkraftwerken 386
Wattverbrauch v. Glühlampen 19
Wechselstrommaschinen, Pat.-Ber. 236
—, Regulierung, Pat.-Ber..... 496
Wegerecht f. Elektr.-Untern., Sonderh., S. VI
Wellen, elektr., Fortpflanzung im Wasser 397
Wellenstrahlen 417
Weichenbeleuchtung, el..... 213
—stellvorrichtung, elektromagn. 483
Wendepol, Konstruktion und Schaltung, Pat.-Ber..... 223
Werkstättenbeleuchtung . 20 (H. 3)
Wickelbund f. Freileitungen.. 95
Widerstand, elektr., Pat.-Ber 432
—, Belastung 208
— v. Eisenlegierungen 247
— v. Erdleitungen 363
—, Meßeinrichtung 527
—, Mikroresidualwiderstand ... 550
—, Normalien 109
—, Wechselstromwiderstand v. Eisenbahnschienen 85
— — v. Kupferleitern 98
— — v. Metallschienen .. 37, 317
Windkraft-Elektrizitätswerke . 385
Windungskapazität v. Spulen 482
Windungsstrom in Spulen 481
Wirkungsgrad v. Aluminium-Maschinen 238
— v. Beleuchtungsanlagen.... 473
Wirtschaftlichkeit d. Beleuchtung..... 20 (H. 3)
Wismuth, thermoelektr. Untersuchung 109
Wolfram-Bogenlampen .. 108, 345
— Glühlampen, Pat.-Ber. 400

Z

Zählvorrichtung, optische 294
Zahngetriebe f. Turbogenerator. 55
Zeitrelais..... 280
Zeitschalter, elektrolyt., Pat.-Ber. 332
Zerstäuber f. Dieselmaschinen, Pat.-Ber..... 100
Zerstreuung des Lichtes 231, 242
Zink-Blende, magnet. Eigenschaften 223
— Chlorid z. Imprägnierung . 14
—, elektrothermische Gewinn. 411
— transformator 45
— spritzverfahren, elektr. 502
Zugbeleuchtung elektr., Pat.-Ber. 467, 475
— für elektr. Bahnen 363
Zündung elektr., f. Gasmasch. 135
Zungenfrequenzmesser z. Schlupfbestimmung 108
Zweitaktmaschinen, Pat.-Ber. 12
Zwischengetriebe, elektr., für Schiffe 193

Digitized by Google

Namensverzeichnis.

A

Adams. 445.
Addicks L. 494.
Adler E. 86, 483. Sonderheft, S. XV.
Agthe C. 442.
Ahrens W. 504.
Albrecht H. C. 430.
Albrecht R. 474.
Alkier A. v. 57.
Allcutt Ch. T. 463.
Alquist K. 55.
Andersen. 247.
Andrae C. 214.
Angström. 22 (H. 3), 228.
Arland M. 410.
Armstrong A. H. 531.
Armstrong E. H 256, 295.
Arnold E. 333.
Aschoff L. 110.
Askenasy. 67.
Aston L. 247, 271.
Atchinson T. C. 364.
Aubert. 241.
Austin L. W. 99.

B

Balmer. 404.
Bánki D. 557.
Bannwarth. 108.
Barclay. 439.
Barkla C. G. 418.
Barnes H. H. 169.
Baudisch H. 422, 547.
Bauer H. 82.
Bearce W. D. 304.
Becker. 67.
Beckmann B. 85.
Beckmann K. 558.
Becquerel H. 407.
Behn-Eschenburg Hs. 445, 553.
Behrend H. 363, 439.
Bell. 22 (H. 3), 522.
Bémont. 407.
Benedicks C. 281, 484.
Benedict E. 455.
Berg H. 134.
Bergholm C. 109.
Bertelsmann. 522.
Besag E. 146.
Besemfelder E. R. 63.
Bethenod J. 397.
Biermann F. 270.
Billon-Daguerre. 68.
Birchler K. 409.
Birch-Hirschfeld. 244.
Birrenbach H. 94.
Blakeslee J. R. 234.
Bloch G. 21 (H. 3), 261.
Block. 322.
Blondel A. 229, 314.
Blood W. H. jr. 430.
Böhm O. 377, 392, 481.
Bohr N. 415.
Bois du H. 85, 431.
Boltunoff. 245.
Bonnett L. B. 270.
Borelius G. 57, 109, 223.
Bornemann K. 223.
Bottomley. 67.
Boucherie. 13.
Bovard W. M. 214.
Bown R. 518.
Brabbée. 19.
Bragg W. H. 417.
Bragg W. L. 417.
Braun. 411.
Brauns. 365.
Breisig F. 365.
Brock F. 60, 101, 129, 373.
Brock van der. 414.
Brockdorff. v. 168.
Brodhun. 21 (H. 3).
Broughton H. H. 465.
Brown C. F. 421.
Brudzewski. 246.
Buchleim W. 22.
Büggeln H. 61, 292.
Bujes J. 22 (H. 3).
Bulman H. F. 502.
Burbank S. R. 181.
Burgeß C. F. 247, 271.
Burke 551.
Burnham J. L. 464.
Burrows Ch. W. 374.
Burstyn Dr. W. 353.
Bußmann. 442.

C

Calmes A. 550.
Carothers R. M. 453.
Case T. W. 494.
Caspar P. 510.
Catford E. 132.
Chéneveau C. 465.
Childs A. T. 430.
Chorvát Th. 87.
Christen T. 148.
Chwolson. 22 (H. 3), 227.
Claude G. 389.
Coars W. F. 549.
Coffin E. P. 256.
Cohn H. 19 (H. 3), 240.
Cole W. H. 464.
Coninx. 442.
Cooper M. D. 303.
Cooper-Hewitt. 346.
Cottrell F. G. 214.
Cravath. 522.
Crookes W. 405.
Crova. 226.
Curie P. 271, 465.
Curie S. u. P. 407.
Curtis Ch. 192.
Curtis H. L. 432.

D

Debierne. 407.
Debye P. 418.
Dechend H. v. 455.
Dekert A. 342.
Dember H. 22.
Demorest D. J. 330.
Depène. 243.
Déri M. 173.
Descoudres. 246.
Dessauer J. 169.
Dettmar G. 52, 213.
Deutsch W. 430.
Dewitz D. v. 63, 167.
Dieterici C. 158.
Dietrich C. 87.
Dihlmann C. 48.
Dimmer G. 259, 271, 292, 296, 387.
Donath Ed. 271.
Doyer H. 504.
Drexler Fr. 83.
Dreyfuss Dr. L. 293, 494.
Driver E. P. 534.
Drude P. 483.
Drysdale C. V. 109.
Duffing G. 532.
Dyes W. A. 551.
Dyke G. B. 558.

E

Eaton W. H. 528.
Eccles W. H. 465.
Edwards. 229.
Ehrenhaft F. 310.
Elden L. L. 429.
Elliot. 227.
Emde F. 98.
Emmet W. L. K. 55, 192, 304, 556.
Engel E., Sonderh., S. XXI.
Engelmann, Sonderh., S. XXIV.
Engset T. 549.
Erickson C. T. 147.
Erismann. 240.
Ernst-M. 202, 339, 424.
Ernst W. 222.
Escard J. 67.
Escher. 62.
Estorff W. 247.
Etchells H. 339.
Ettingshausen A. v. 134, 551.
Everdingen van. 109.
Eversheim P. 133.
Eves W. 534.
Exner W. 313.

F

Farnsworth. 247.
Feilchenfeld. 242.
Feldmann C. 249, 504.
Ferree. 243.
Féry Ch. 549.
Fick. 246.
Ficker. 442.
Field A. B. 98.
Field C. 463.
Fischer A. 497.
Fischer Fr. 510.
Fischer K. 518.
Fischer-Hinnen J. 98, 205, 314, 325.
Fleig E. 94, 255.
Fleming J. A. 346. 558.
Flügge. 241.
Flusin G. 533.
Foex. 465.
Forest. de 295, 309.
Formánek J. 542.
Forssblad. 90.
Fortescue C. 247.
Foster J. T. 540.
Freeman H. M. 412.
French J. W. 432.
Friedrich W. 416.
Fuller T. S. 247.

G

Gage. 229.
Gaillard M. E. 157.
Garrard Ch. C. 57.
Gassaway S. G. 322.
Gáti B. 537.
Gear H. B. 540.
Geibel. 109, 223.
Géneau Ch. 465.
Gentsch W. 510.
Gerbel M. 271, 518.
Gerhardt O. 303, 359.
Gerolsky W. 456.
Gewecke H. 540.
Gibbs. 411.
Gilcharest G. J. 464.
Gimingham E. A. 108.
Goldreich A. H. 541.
Goldstein E. 408.
Goodnow C. A. 116.
Goodwin V. E. 279.
Gramberg A. 517.
Greaves H. G. 339.
Green C. E. 293.
Greenwood. 431.
Greinacher H. 396.
Gröger A. 271.
Groot C. J. de 465.
Groß W. 223.
Grosse O. 296.
Großen. 53.
Großmann G. 402, 413.
Grüneisen. 85.
Gück L. 493.
Gümlich E. 397, 398.

H

Hadfield R. 465.
Haenert. 20 (H. 3).
Hahn O. 409.
Halbertsma N. A. 18, (H. 3), 22, 72, 225, 263, 477, 523.
Hale. 422.
Hall. 214.
Hallinger J. 373.
Halter. 103, 133.
Hann G. 502.
Hansel K. 525.
Harrison T. R. 495.
Hartmann R. 24.
Hasler O. 22.
Hausding. 409.
Hausmann. 46.
Hayden J. L. R. 374.
Hayes C. 432.
Heaviside O. 397, 423, 465.
Heddinga F. R. 385.
Hegewald K. 56.
Heim C. 354.
Heinrich K. 47.
Heintzenberg Fr. 9.
Heinze C. 558.
Hellemans A. H. W. 410.
Hellmund. 17 (H. 3).
Helmholtz H. 20 (H. 3)
Henker 242.
Hering. 263.
Hermanns H. 67.
Hertel 242.
Hertz H. 192, 510.
Herzfeld K. F. 411.
Hess V. E. 148, 310.
Heurlinger. 109.
Heyn W. 172.
Hibbard H. L. 203.
Hinlein. 37.
Hirschson F. 493.
Hittdorf W. 405.
Hlouschek O. 258.
Hobart H. W. 220.
Hochenegg K. 113.
Hochström N. 110.
Högner P. 324.
Hoffmann W. 158.
Holm R. 339.
Holmboe G. F. 464.
Hoppe F. 37, 90, 337, 363.
Horstmann Gg. 442.
Hüber J. 429.
Huldschiner. 84.
Hulett G. A. 214.
Hülsmeyer Chr. 46.
Humann. 37.
Hunzinger R. 284.
Hutton. 431.

I

Irresberger C. 170.
Iten H. 455.

J

Jaeger R. 235.
Jaensch. 91.
Jahn. 411.
Jakobovits D. 23.
Jellinek St. 357.
John W. 442.
Johnsón A. 411.
Jung A. 504.

K

Kaemmerer W. 202.
Kallir L. 531, Sonderheft, S. XII.
Kammerer. 551.
Kammerlingh-Onnes H. 550.
Karapetoff V. 464.
Karel, Sonderh. S., IX.
Kasperowicz W. 323, 502.
Kaufmann W. 405.
Kayser. 510.
Kelley F. C. 270.
Kennelly A. S. 41.
Kerpely. 441.
Klein F. 504.
Klein K. 385.
Klingenberg G. 19, 61, 91, 103, 110, 167, 322, 341.
Knipp C. T. 213.
Knipping F. 416.
Knüpferle L. 22. 455.
Knust. 145.
Koch P. 158.
König A. 20 (H. 3). 240.
Königshagen G. 483.
Kofler M. 148.
Kohn H. 132.
Kononowitsch. 229.
Konstantinowsky. 310.
Kopp. 48.
Korndörfer M. 67.
Krasny A. v. 86. Sonderh., S. I. XXV.
Krause R. 550.
Kreyssig. 441, 510.
Kruh O. 345.
Krukowski W. V. 527, 540.
Kübler W. 412.
Kummer W. 84.
Kunze W. 309.
Kutzbach. 510.
Kyser. H. 314.

L

Laan. 240.
La Cour. 333.
Lambert. 477.
Lambra J. 503.
Lang A. 44, 284.
Langer J., Sonderh., S. XXIII.
Langmuir J. 295, 309, 345.
Latour M. 411.
Laudien K. 57.
Laue v. 416.
Lecher. E. 465.
Lehner W. 494.
Lenard Ph. 405, 483.
Lewin L. 211.
Lichtenstein L. 84, 316.
Liebenthal E. 18 (H. 3), 232. 522.
Lilienfeld J. E. 22, 456, 466, 473.
Lind R. 19.
Lindh A. F. 109.
Lindow M. 386.
Linebaugh J. J. 464.
Lippmann. 109.
Lißner J. 513.
Lodge O. 182.
Löser. 245.
Lohmann. 243.
Lohse U. 170.
Lorentz H. A. 405.
Loß K. 89, 105.
Lotzin A. 466.
Löwy J. 466.
Lukiesh. 22 (H. 3). 227.
Lummer O. 132.
Lux H. 18 (H. 3), 521.
Lymn. 441.

M

Mc Alpine. 55.
Macé de Lépinay. 295.
Magnusson C. E. 181.
Malenkovič B. 15.
Mandl A. 185, 197, 469.
Mansfeld E. S. 430.
Marchant E. W. 465.
Marks L. B. 20 (H. 3). 524.
Mathiesen W. 146.
Matthew J. A. 271.
Maxwell J. Cl. 68.
May. 380.
Mehmke. 498.
Meitner L. 473.
Mellet J. E. 386.
Mendelejeff. 402.
Merriam. 82.
Mey W. 123.
Meyer E. B. 430.
Meyer G.W., Sonderh. S. XXIV.
Meyer L. 402.
Meyer U. 68.
Meyer-Wülfing. 14 (H. 3
Michotte M. 345.
Mikola S. 148.
Milikan. 310.
Millar P. S. 541.
Moll. 15.
Möllinger J. A. 259.
Monasch B. 18 (H. 3). 80, 229, 240.
Monath B. 292.
Monthy de. 109.
Montsinger V. M. 430.
Moore Mc F. 389.
Morgner F. O. 551.
Moseley H. G. J. 419.
Moser R. 58, 173, 189, 344, 424.
Mountain W. C. 502.
Mullard B. R. 108.
Müller A. E. 558.
Müller P. 502, 515.

N

Nakaya S. 234.
Nather E. 485.
Nathusius H. 411.
Nehlsen A. 191.
Nernst W. 132.
Neuhold E. 304.
Neumann. 9.
Neumann B. 339.
Neumann R. 517.
Newlands A. 169.
Nicati. 245.
Nichols W. W. 429.
Nicolaisen J. 132.
Niethammer F. 14 (H. 3), 37, 61, 82, 144, 176, 342, 431, 439, 445, 533.
Nissley L. 56.
Norberg-Schulz. 556.
Norden K. 225.
Nowotny R. 13, 95.

O

Oberg E. 545.
Obermayer. 227.
Oechslin C. 218.
Oelschläger. 221.
Oerum. 245.
Ondracek J. 77. 477.
Ossanna G. 173.
Ott K. 37.

P

Pannell E. V. 534.
Parenkiewicz J. 310.
Parodi H. 465.
Parsons Ch. 192.
Patterson. 109.
Paul A. 412.
Peaslee W. D. 363, 502.
Peeck F. W. 90.
Pellat. 68.
Petersen W. 297, 377.
Petritsch E. F. 11, 296, 304, 559.
Philippi E. 548.
Pichelmayer K. 333.
Pickens. 240.
Pinner F. 443.

Digitized by Google

Pirani M. 422.
Planck M. 77, 290, 483.
Pogány B. 158.
Pojet. 67.
Pol jun. van der 558.
Poole H. H. 374.
Porter L. C. 234.
Posch. 241.
Poschenrieder P. 137.
Pöschl Th. 259.
Prausnitz. 240.
Priestley. 182.
Pringsheim E. 132.
Probst H. 213, 330.
Punga F. 4, 220.

R

Rabl M. 354.
Rayner E. H. 109.
Reed A. 192.
Reeves H. 294.
Regener E. 132.
Reichenbach 240.
Reithoffer M. 311.
Revel. 235.
Rice F. W. 421. 462.
Rice R. H. 246.
Richardson. 169.
Richter K. 214.
Rider J. H. 509.
Riechers W. 170.
Rieder C. 500.
Ries Chr. 294.
Ringwald F. 53.
Ritz Chr. 56.
Röll v. 259.
Röntgen W. C. 407.
Rogowski W. 14 (H. 3), 445.
Rosenbaum L. 475, 505.
Rosenberg E. 545.
Rosshaendler J. 20, 60, 103, 133, 372, 376.
Rössler G. 294.
Roth H, 99, 353.
Rothbauer J. 388, 433, 446, 457.
Rothpletz F. 214.
Royds. 409.
Rubner. 241.
Rubricius K. 134, 172, 342.
Rückert E. 397.
Rüdenberg R. 396, 398.
Rumpf E. 257.
Ruppel S. 503.
Russ E. Fr. 495.
Rutgers F. 85, 309.
Rutherford E. 169, 407, 466.
Rybczynski. 465.
Rynoki V. 527.

S

Sabertschnig F. 167.
Sachs K. 14 (H. 3), 445.
Sage R. S. 280.
Salinger H. 432.
Samson C. 455.
Samuelson F. 556.
Sauvageon. 67.
Schäfer B. B. 509.
Schaffer W. 213.
Schanz 22 (H. 3), 244.
Schanzer M. 466.
Scheichl E., Sonderh., S. IX, XXVIII.
Schendell G. 494.
Scheuer W. 63.
Schiffner C. 214.
Schimank. 484.
Schlaepfer. 82.
Schleicher M. 108.
Schlenk K. 86.
Schüter H. 296.
Schmidt. 109.
Schmidt W. 310
Schmiedel K. 172.
Schönfeld A. 271.
Schönwald G. 238, 388.
Schöttler R. 510.
Schrader W. 181.
Schreiber H. 59, 257, 444, Sonderh. S., XIX.
Schröter F. 389.
Schrottke. 365.
Schubach P. 385.
Schultheis L. 293.
Schulze F. A. 223, 304.
Schweidler. 68.
Schweitzer E. O. 538.
Scott E. K. 463.
Scott W. S. 534.
Seefehlner E. E. 115.
Seeliger G. 285.
Seemann H. 473.
Seidner M. 1, 16.
Šejvl J. 388.
Seliger. 257.
Senftleben H. 455.
Sessinghaus. 168.
Seufert F. 47.
Shaw P. E. 431.
Shoenberg J. 533.
Sieber E. 131.
Siegbahn M. 419.
Siegel E. 14 (H. 3).
Siegel G. 94, 110, 171, 281.
Simons. 14 (H. 3), 445
Skaupy F. 214, 389.
Snow H. A. 422.
Soddy F. 407.
Söllner. 103, 133.
Sommerfeld A. 421, 465.
Soschinski B. 340.
Spengel. 443.
Sperry. 169.
Spyri H. 86.
Srnka O. 224.
Stark, Sonderheft, S. XVII.
Stark L. 23, 214, 257.
Stärkle. 244.
Stauf Ph. 215.
Steinmetz Ch. P. 374, 463, 538.
Steinmetz G. 342.
Stern E. 323.
Stiel W. 551.
Stockhausen. 22 (H. 3), 242, 522.
Stöger V., Sonderh., S. XXV.
Stöppler R. 242.
Stokes J. H. 213.
Stoney J. 405.
Storjohann D. 548.
Stott A. 492.
Strecker K. 11, 20 (H. 3).
Strutt. 389.
Studer H. 305.
Stutzer F. 223.
Šubrt A. 365.
Sumec J. 314, 333, 344, 445.
Sumpner. 22 (H. 3), 228

T

Taylor. 551.
Teichmüller J. 37, 261. 277, 324, 473, 523.
The Svedberg. 85.
Thompson de K. 364.
Thomson J. J. 405.
Thurn H. 48.
Tobell J. 58.
Townsend. 257.
Treanor E. D. 308.
Trettin C. 55.
Troeltsch Gg. v. 410.
Trott K. 280.
Tschudy W. 422.

U

Uhthoff. 240.
Ulbricht R.. 131.
Unger F. 161.

V

Vallauri G. 294, 411, 473.
Velander E. 465.
Vidmar M. 49, 64, 87, 216, 273, 356, 425.
Vieweger H. 550.
Vikár G. 23.
Voege W. 229, 241.
Vogel E. 88.
Vogt F. 241.
Voigt. H. 158.
Vondráček R. 272, 474. 495, 541, 542.
Voss R. v. 131.

Waggoner . W. 412.
Wagner K. W. 68, 397 423, 481.
Walker W. J. 363.
Warburg E. 18 (H. 3).
Warschofski H. 238.
Weber L. 20 (H. 3), 226, 261.
Wehnelt A. 346, 455.
Weidig P. 91.
Weightman H. E. 483.
Weintraub E. 345.
Weiss P. 85, 465.
Welo L. A. 213.
Wels J. S. 57.
Wereide Th. 483.
White W. C. 10.
Wiechert E. 405.
Wien W. 405.
Wiener. 442.
Wiesent H. 234.
Wiesinger H. 423.
Wihtol A. 409.
Williams J. 517.
Wilson D. 492.
Wintz H. 455.
Wirz E. 84.
Wöhler L. 331.
Wolcott E. R. 147.
Wolff R. 541.
Wolfke M. 99, 396.
Woodhouse W. B. 501.
Woodward R. W. 495.
Woodwell J. E. 20 (H. 3), 524.
Wyssling. 52, 340.

X

Young. 214.
Ysselsteyn van H. A. 157.

Z

Závada B. 216, 333, 348, 356.
Zelewsky A. 425.
Zelisko J. 165.
Zenneck J. 191.
Zickler K. 24, 110, 172, 399.
Ziegenberg R. 172.
Zipp H. 191, 281, 362

Digitized by Google

Digitized by Google

HARVARD COLLEGE
Sept 27 1925

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
6. Jänner 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 1.
36. Jahrgang.

INHALT:

Elektrische Großkraftwerke. Von Dr. Michael Seidner 1
Vektorquotienten. Von F. Panga 4
Rundschau 8
Chronik 10
Literaturbericht 11
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 11
Personalnachrichten 12

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Elektrische Großkraftwerke.

Von Dr. **Michael Seidner**, Budapest.

1. Die elektrische Stromlieferung.

Die elektrische Stromlieferung hat sich zu einem wichtigen Organ des wirtschaftlichen Lebens entwickelt. In den deutschen Elektrizitätswerken ist ein Vermögen von zirka 4 Milliarden Kronen investiert und es werden in denselben jährlich zirka 3 Milliarden kWh Energie erzeugt. Angenommen, daß für Reparaturen und Erweiterungen bezw. zur Errichtung neuer Werke jährlich zirka 15% des in die elektrischen Werke investierten Kapitals verwendet werden, so lassen die elektrischen Werke den Industrieunternehmungen in jedem Jahre zirka 600 Millionen Kronen zukommen.

Wenn wir die erzeugten 3 Milliarden kWh durchschnittlich mit 25 Hellern bewerten, so beträgt die Einnahme der deutschen Elektrizitätswerke für elektrischen Strom jährlich rund 750 Millionen Kronen. Die reine Weizenfechsung Ungarns beträgt jährlich zirka 40 Millionen Meterzentner, im Friedenswerte von zirka 750 Millionen Kronen. Die deutschen Elektrizitätswerke haben daher rund dieselbe jährliche Einnahme, als die ganze reine Weizenfechsung Ungarns ausmacht.

2. Die Selbstkosten der Stromerzeugung.

Das Elektrizitätswerk verkauft die erzeugte Energie mit behördlich bezw. bei Motoren laut Vereinbarung festgesetzten Einheitspreisen. Die Kosten der Energieerzeugung können in 2 Teile zerlegt werden: in die Konstanten, welche von der erzeugten Energie unabhängig, und in die Variablen, welche der erzeugten Energie proportional sind. Die Teile der konstanten Kosten sind: die Annuitäten, das heißt Tilgung und Verzinsung des in das Werk investierten Kapitals, der Erneuerungsfond, der größte Teil der zur Erhaltung und Reparatur verwendeten Summen, Versicherungen, Steuern, die Personalauslagen für das leerlaufende Werk sowie die Heizmaterialkosten des leerlaufenden Werkes. Die größten Teilsummen der variablen Ausgaben bilden die Kosten der Heiz- und Schmiermaterialien; in gewisser Beziehung gehört hieher auch ein kleiner Teil der Reparaturkosten und Personalauslagen. Letztere können jedoch vernachlässigt werden.

Die gesamten konstanten Jahresausgaben seien mit A bezeichnet, ferner die Kosten des Heizmaterials und der Schmierung, mit Abrechnung der Leerlaufverluste pro kWh mit b, welche ich kurz „Heizmaterialkosten" nennen will: dann sind die jährlichen Gesamtausgaben für x-kWh: $S = A + b\,x$. Die Kosten für die erzeugte kWh sind daher $y = \frac{A + b\,x}{x}$ Heller, vorausgesetzt, daß A und b in Hellern ausgedrückt sind. Die Gleichung kann man auch so schreiben:

$$y = b + \frac{A}{x}.$$

Diese Gleichung ist eigentlich die Grundgleichung für jeden Betrieb, also auch für Fabriksbetriebe.

Nach diesen besteht der Einheitspreis der Stromerzeugung aus 2 Teilen:

Der erste Teil, die spezifischen Heizmaterialkosten für die erzeugte kWh, ist unabhängig von der erzeugten Energie; der zweite, die Regieauslagen, vermindert sich mit den erzeugten kWh bezw. sie nähern sich zu 0, wie eine Hyperbel zu ihren Assymptoten. Aus obigen Gleichungen ist ersichtlich, daß bei der Bildung der jährlichen Gesamtausgaben die Regie den konstanten Teil, die Heizmaterialkosten den veränderlichen Teil bilden. Die zwei Komponenten wechseln somit die Rolle.

Der Selbstkosteneinheitspreis der erzeugten Energie wird in der Literatur oft in einer Funktion des Ausnutzungsfaktors ausgedrückt. Der Ausnutzungsfaktor n des Elektrizitätswerkes ist das Verhältnis der in einem Jahre erzeugten kWh zur Anzahl der durch sämtliche Maschinen während eines Jahres erzeugbaren kWh. Nennen wir die Gesamtleistung des Werkes mit KW und die Stundenzahl eines Jahres mit $H = 8760$, so ist der Ausnutzungsfaktor $n = \frac{X}{KW\,H}$. Diesen Ausdruck in obige Gleichung eingesetzt, erhalten wir $y = b + \frac{A}{KW\,H\,n}$ und wenn $\frac{A}{KW\,H} = c$, so ist $y = b + \frac{c}{n}$ Heller und

$$S = A + KW\,H\,b\,n \text{ Kronen.}$$

Diese zwei Gleichungen sind in Abb. 1 dargestellt. Die Abszisse der Kurven, der Ausnutzungsfaktor n, ändert sich von 0 bis 1.

S stellt die zur Erzeugung verwendeten jährlichen Gesamtauslagen in Kronen dar; wenn $n = 0$, so schneidet die Gerade S von der Ordinatenaxe die Länge A ab. Die Linie $r\,r$ teilt die jährlichen Gesamtausgaben in zwei Teile. Der eine Teil der jeweiligen Gesamtausgaben A stellt die auf die Erzeugung verwendeten konstanten Regiekosten dar, der zweite Teil $KW\,H\,b\,n$ die jährlichen veränderlichen gesamten Kosten des Heizmaterials in Kronen. Die Hyperbel y zeigt die Selbstkosten der erzeugten kWh in Hellern.

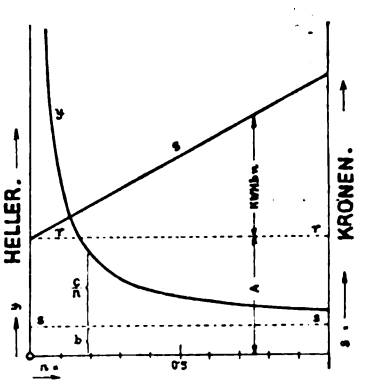


Abb. 1.

Die spezifischen Erzeugungskosten teilt die Gerade $s\,s$, welche bei $n = 0$ von der Ordinatenaxe die Länge b ab-

Digitized by Google

schneidet, in 2 Teile: der Teil b die Kosten des Heizmaterials, erscheint als konstante Komponente, während die Regieauslagen mit der variablen Summe $\frac{c}{n}$ figurieren.

Die Erzeugungsselbstkosten der kWh vermindern sich hyperbolisch mit dem Ausnutzungsfaktor gegen die Heizmaterialkosten der kWh. Bei kleinem Ausnutzungsfaktor treiben die Regiekosten die Selbstkosten der erzeugten kWh plötzlich in die Höhe, so daß die Heizmaterialkosten vernachlässigt werden können. Ein großer Ausnutzungsfaktor macht die Regiekosten sozusagen verschwinden und die Selbstkosten bilden allein die Heizmaterialkosten. Je kleiner daher der Ausnutzungsfaktor des Werkes ist, desto weniger wichtig ist der gute Wirkungsgrad der Anlage; die Rentabilität solcher Anlagen erheischt eher eine billige Einrichtung.

3. Die Wirtschaftlichkeit des Großkraftwerkes.

Im folgenden werde ich die Glieder der Selbstkostengleichung analysieren und zeigen, daß in einem mit größeren Maschinen und Kesseln ausgerüsteten Werke die Energie billiger erzeugt wird, als in einem Kleinwerke. Die Erfahrung und auch die Rechnung zeigt, daß die Ökonomie der Erzeugung nur bis zu einer gewissen Grenze mit Nutzen gesteigert werden kann, die Grenze bildet ein Werk mit etwa 60000 bis 80000 PS. Über diesen Wert sinken die Selbstkosten der Erzeugung nur mehr langsam. Mit dem Wachsen der Leistung entwickelt sich aus dem betreffenden Werk ein „Großwerk". Obzwar man im allgemeinen mit diesem Worte ein mit mehreren 10000 PS ausgerüstetes Werk bezeichnet, so soll im folgenden schon ein Werk mit einer Leistung von 5000 bis 10000 PS als Industriegroßwerk genannt werden, wenn dieses außer Beleuchtung auch den Energiebedarf der Klein- und Großindustrie deckt.

Die eine Komponente der ständigen Kosten: die Verzinsung und Amortisierung des Anlagekapitals, Erneuerungsfond, Versicherungen, Reparatur und Erhaltung bilden zusammen die Regiekosten. Das Elektrizitätswerk ist so zu projektieren, daß das hineingebaute kW bezw. die Kosten der mit dem Werke erzeugbaren kWh möglichst klein ausfallen. Die Investitionskosten des Großwerkes pro PS und mit diesen die Reparaturkosten, ferner die für Erneuerungen verwendete Summe sind wesentlich kleiner, als bei dem Kleinwerke.

Für 50 PS-Rohölmotor kostete pro PS K 500, ein 1000pferdiger hingegen nur K 200. Der spezifische Preis einer Dampfturbine war vor dem Kriege etwa der folgende: Die

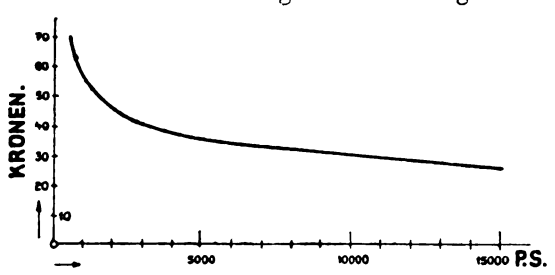


Abb. 2.

Leistung der Dampfturbine: 500, 1000, 3000, 5000, 10000, 15000 PS. Der Preis pro PS: K 70, 56, 40, 35, 30, 25. Der Zusammenhang dieser Zahlen wird durch die in Abb. 2 der gezeichneten Kurve dargestellt.

Dieses Verhältnis besteht auch bei den übrigen Teilen des Werkes, wie Generatoren, Kessel und Bauten. Erfahrungsgemäß beanspruchte ein kleines Elektrizitätskraftwerk mit 100 bis 200 PS eine Investierung von zirka K 500 bis 600 pro PS, während man eines mit 5000 bis 10000 PS für K 250 pro PS herstellen konnte.

Die Personalauslagen sind, auf die erzeugten kWh bezogen, bei dem Großwerke wesentlich kleiner als bei dem Kleinwerke.

Zur Wartung eines 50pferdigen Rohölmotors sind ebenso viele Personen nötig, wie zu einem 1000pferdigen Motor oder wie zu einer 10000pferdigen Dampfturbine. Die Kessel eines Großwerkes besitzen eine selbsttätige Feuerung und Kohlentransporteinrichtung, hiedurch wird die Personalauslage für die erzeugte kWh wesentlich kleiner, als bei dem Kleinwerke, bei welchem sowohl der Kohlentransport, als auch die Kesselfeuerung durch Menschenkraft bewerkstelligt wird. Für Betriebspersonal hat ein Großwerk etwa 0·5 Heller pro kWh, ein Kleinwerk dagegen etwa 10 Heller pro kWh ausgegeben. Die technische und kommerzielle Leitung auf die kWh bezogen wird bei dem Großwerke kleiner als beim Kleinwerke. Ein Elektrizitätswerk mit 500 PS kann dasselbe technische und kommerzielle Personal leiten als eines mit 50 PS. Das Großwerk ist daher in der Lage, mit einem technisch und kommerziell besser ausgebildeten und bezahlten Personal zu arbeiten.

Die dritte Komponente der konstanten Auslagen ist der Leerlaufverlust des Werkes. Die Dampfmaschine, Dampfkessel, Rohrleitungen, Rohölmotor, Dynamo, Transformator verbrauchen zur Deckung der eigenen Verluste sowohl bei Leerlauf, als auch bei Belastung, eine gewisse Energie. Dieser Leerlaufverlust hängt von der Leistungsfähigkeit und den Betriebsverhältnissen des Werkes ab.

Die Leerlaufsarbeit der mit Ekonomiser und Rauchfang zusammengebauten, mit selbsttätiger Feuerung versehenen Kessel, von kompakten Maschineneinheiten und Transformatoren großer Leistung ist geringer, als bei kleineren Einrichtungen.

Da bei Großwerken mehrere Maschineneinheiten aufgestellt sind, kann man den Betrieb der Kessel und Maschinen immer der jeweiligen Belastung anpassen und somit wird bei kleiner Belastung nur eine Maschinengarnitur laufen. Dadurch werden die Leerlaufsverluste vermindert. Bei kleinen Werken ist meistens eine einzige Maschine tagelang im Betriebe, wobei insbesondere bei Wechselstromanlagen das Werk die ganzen Leerlaufverluste während 24 h tragen muß.

Der Ausnutzungsfaktor hat einen entscheidenden Einfluß auf die Regiekosten. Mit Hilfe eines guten Ausnutzungsfaktors kann auch ein kleines Werk gute Resultate erzielen, während ein schlechter Ausnutzungsfaktor ein bestorganisiertes Werk mit sich reißen kann.

Je größer die perzentuelle Reserve des Werkes, desto kleiner ist sein Ausnutzungsfaktor. Indem aber bei einem Elektrizitätswerk aus Sicherheitsrücksichten wenigstens eine komplette Maschinengarnitur in Reserve stehen muß, ist der Ausnutzungsfaktor des gewöhnlich mit 100%iger Reserve versehenen Kleinwerkes, bei gleichen Belastungsverhältnissen um 40% kleiner als bei dem mit 25%iger Reserve ausgerüsteten Großwerke.

Die zweite Veränderliche des Ausnutzungsfaktors ist die Art der Belastung, was durch den Belastungsfaktor ausgedrückt wird. Der Belastungsfaktor ist das Verhältnis der jährlichen Mittelbelastung zur Spitzenbelastung. Je größer die Belastung, desto größer ist auch der Ausnutzungsfaktor. Der Belastungsfaktor der Beleuchtung ist zwischen den Belastungsfaktoren aller Konsumenten der kleinste und es ist vom Gesichtspunkte der Stromversorgung die Beleuchtung der unangenehmste Konsument. Die Pauschallampen

Digitized by Google

brennen beinahe doppelt so lange, als man sie brennen ließe, wenn sie an einen Zähler angeschlossen wären, welcher den Konsum beobachtet und verzeichnet. Die Pauschallampe flacht daher die Spitze der Belastungskurve günstig ab und hebt den Belastungs- und somit auch den Ausnutzungsfaktor. Der Haushaltungskonsument und auch der Kleinindustriemotor verbessert den Ausnutzungsfaktor. Kleinere Fabrikabetriebe konsumieren Strom gewöhnlich den ganzen Tag von 6 h früh bis 6 h abends, mit Abrechnung einer 1½ stündigen Mittagspause, größere Betriebe jedoch öfters durch 24 h.

Vom Gesichtspunkte der Stromerzeugung ist der beschränkte und Saisonkonsum günstig. Der beschränkte Konsum wird während der Dauer der Spitze ausgeschaltet und belastet nicht das Werk; der Sommerkonsument konsumiert nur im Sommer bis nachmittags 6 h, also in einer Zeit, wenn die Spitze auf einen späteren Zeitpunkt als 6 h fällt.

Die Großwerke sind vom Gesichtspunkte der Art der Belastung vorteilhafter, weil sie mit besserem Ausnutzungsfaktor arbeiten als die kleinen. Ein Elektrizitätswerk kann nämlich nur einem solchen Motorkonsumenten den Strom zu entsprechendem Preis liefern, bei welchem die Leistung des Motors höchstens 10 bis 15% der Leistungsfähigkeit des Werkes ausmacht. Der Grund hievon liegt einesteils darin, daß man größere Stromstöße vermeiden will, andernteils ist es vorteilhafter für ein Werk, dessen Leistungsfähigkeit der der Antriebsmaschinen des Elektrizitätswerkes nahekommt, infolge seines großen Ausnutzungsfaktors den Betrieb mit eigenen Maschinen zu versehen.

An Kleinwerke kann man daher nur Haushaltungs- und Kleinindustriemotoren schalten. Der 10 bis 15 PS-Motor eines Schlossers oder Tischlers kann sich an ein Werk mit 100 bis 150 PS-Maschineneinheiten anschließen, während eine Ziegelfabrik mit einem 50 PS-Motor ein Werk mit 300 bis 500 PS-Maschinen beansprucht. Das Großwerk hingegen kann auch mit gutem Ausnutzungsfaktor arbeitende große Fabriken, Mühlen und Bahnbetriebe zu seinen Kunden aufnehmen.

Den größten Teil der veränderlichen Auslagen bilden die Kosten des Heizmaterials. Die Heizmaterialkosten der erzeugten kWh hängen vom Preise des Heizmaterials und von dem Wirkungsgrade der Kessel- und Maschineneinrichtung ab. Ein Werk, welches zum Beispiel jährlich 1500 Waggon Kohlen verzehrt, verschafft sich diese billiger, als ein Kleinwerk, dessen jährlicher Bedarf an Heizmaterial um 20 Waggons herum schwankt. Das Großwerk kann sogar seinen Bedarf aus eigener Kohlengrube decken und kann die Kohle wirtschaftlicher ausnutzen, wenn es sich auf die Verarbeitung der Nebenprodukte — wie ein Gaswerk — entsprechend einrichtet. Die Aufbereitung der Kohle bildet eine Aufgabe der nahen Zukunft, welche man gerade in Verbindung mit den Großelektrizitätswerken wirtschaftlich lösen kann.

Mit der Leistungsfähigkeit der Einrichtung wächst der Nutzeffekt sowohl der Kessel- als auch der Maschineneinrichtung. Der Nutzeffekt eines mit Hand geheizten Kessels bei Vollast beträgt kaum mehr als 50 bis 60%, während der Nutzeffekt eines mit selbsttätiger Feuerung versehenen Kessels 83% erreicht.

Der Dampfverbrauch für die erzeugte kWh einer Dampfturbine bei voller Belastung ist beiläufig der folgende:

Die Turbine						
leistet . .	500,	1000,	2000,	4000,	8000,	50 000 PS
verbraucht	10,	9,	8,	7,	6,	5 kg

pro kWh. In Abb. 3 sind diese Zahlen zeichnerisch festgelegt,

Die große Maschine arbeitet daher wirtschaftlicher als die kleine; über eine gewisse Grenze jedoch geht die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit nur sehr langsamen Schrittes.

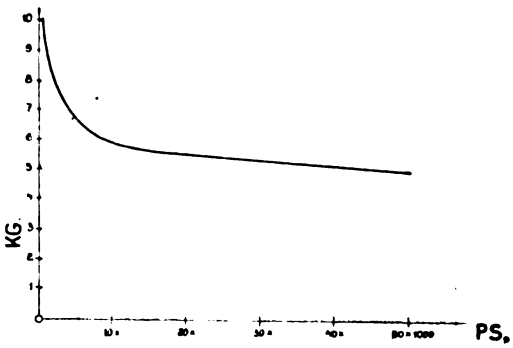


Abb. 3.

4. Ein praktisches Beispiel.

Die durch die Analyse der einzelnen Glieder der Selbstkostengleichung festgelegten Resultate will ich in einem praktischen Beispiele vorführen:

In einem Elektrizitätswerke eines Ortes mit 5000 bis 6000 Einwohnern sind 2 Stück Rohölmotoren von je 150 PS aufgestellt. Ein solches Kraftwerk konnte man vor dem Kriege erfahrungsgemäß — die PS mit K 600 gerechnet —, für zirka K 180 000 herstellen. In einem anderen Elektrizitätswerke einer Großindustriestadt mögen Dampfturbinen die elektrische Energie von insgesamt 9000 PS erzeugen. Erfahrungsgemäß beanspruchte ein solch größeres Werk für die PS eine Investierung von zirka K 250, also insgesamt 2·25 Millionen Kronen. Die jährlichen Personalauslagen des Kleinwerkes betragen zirka K 10 000, während das Großwerk für Personal K 40 000 verausgabt. Es sei der Leerlaufverlust bei dem kleinen Werke 30% der Vollbelastung, bei dem großen 20%. Die veränderlichen Kohlenkosten sollen für die kWh mit Abrechnung des Leerlaufverlustes beim Kleinwerke 5 Heller, beim Großwerke 3 Heller betragen. Die reine Beleuchtungsbelastung bei dem Kleinwerke ergibt einen Ausnutzungsfaktor von 0·1, während die vielen Motoren des Großwerkes verursachen, daß der Ausnutzungsfaktor auf 0·30 anwächst. Der jährliche Leerlaufverlust beim Kleinwerke ist 190 000 kWh, die Heizmaterialkosten betragen K 9500. Der jährliche Leerlaufverlust beim Großwerke beträgt 2·2 Millionen kWh, die Heizmaterialkosten K 66 000. Nehmen wir ferner an, daß für Verzinsung, Tilgung, Erneuerungsfond, Ausbesserung, Erhaltung, Versicherungen in beiden Fällen 12% des Anlagekapitals verausgabt werden, so stellen sich nach dem Vorhergehenden Selbstkosten der erzeugten kWh beim Großwerke:

$$\gamma_g = 3 + \frac{4\,000\,000 + 6\,600\,000 + 27\,000\,000}{6\,000 \times 8\,760 \times 0{\cdot}3}$$

$$= 3 + 0{\cdot}25 + 0{\cdot}42 + 1{\cdot}71 = 5{\cdot}38 \text{ Heller;}$$

beim Kleinwerke:

$$\gamma_K = 5 + \frac{1\,000\,000 + 950\,000 + 2\,150\,000}{200 \times 8\,800 \times 0{\cdot}1}$$

$$= 5 + 5{\cdot}7 + 5{\cdot}4 + 12{\cdot}3 = 28{\cdot}4 \text{ Heller.}$$

Die einzelnen Komponenten angeführt, ergeben sich die Kosten:

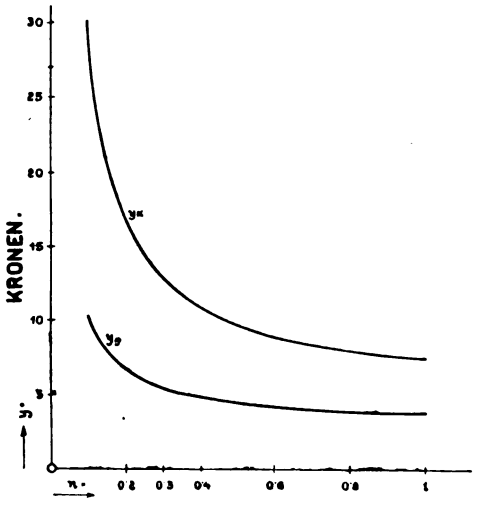
	Kleinwerk Heller	%	Großwerk Heller	%
Veränderliches Heizmaterial . .	5·0 =	17·5	3·00 =	56·0
Personal	5·7 =	20·0	0·25 =	4·6
Heizmaterial d. konst. Verluste	5·4 =	19·0	0·42 =	7·8
Kapitaldienst	12·3 =	43·5	1·71 =	31·6
	28·4	100·0	5·38	100·0

Digitized by Google

Die Abb. 4 zeigt die Erzeugungsselbstkosten in der Funktion des Ausnutzungsfaktors.

Obige Resultate, aus der Sprache der Mathematik übersetzt, sagen folgendes:

Abb. 4.



Ein Kleinwerk, dessen Hauptteil des Konsumes die Beleuchtung bildet, erzeugt die Energie fünfmal so teuer, als ein Großwerk mit dreißigmal größerer Leistung, welches auch kleinere und größere Motoren speist. Die großen Erzeugungskosten des Kleinwerkes werden durch Regiekosten belastet. Bei dem vorgeführten Beispiele machen die Regiespesen 82·5% der Gesamtspesen aus. Das Großwerk vermindert diese auf 44%. Auffallend groß ist bei dem Kleinwerke der auf die erzeugte kWh fallende Wert von 39% der ständigen Energieverluste und der Personalauslagen. Die 19%igen ständigen Verluste sinken auf 0 und die 20%igen Personalauslagen fallen auf etwa 6%, wenn wir das elektrische Kleinwerk an ein anderes Stromerzeugungswerk anschließen bezw. wenn wir 2 oder mehrere Werke mittels Fernleitung zur gemeinsamen Arbeit verbinden. Wenn es zum Beispiel gelingen würde, das Kleinwerk kostenlos an ein anderes Elektrizitätswerk anzuschließen und dessen Kraftwerk abzustellen, so würden die Selbstkosten der erzeugten kWh von 28·4 Heller plötzlich auf 18 Heller, das ist auf 64%, herabsinken. Beim Großwerke würde dies ein Fallen der Selbstkosten von 5·38 Heller auf 4·88 Heller, also auf 90%, bedeuten. Je kleiner also ein Werk ist, desto mehr gewinnt es, wenn es an ein großes angeschlossen wird.

5. Der Fernbetrieb und das Eingreifen des Staates.

Kooperierende Elektrizitätswerke, selbständige Großwerke, das sind die Werkstätten zur wirtschaftlichen Erzeugung der elektrischen Energie. Hier greift in den Betrieb des Elektrizitätswerkes die Fernleitung ein, welche die zusammenwirkenden Werke verbindet und mit welcher das Großwerk die weitliegendsten Konsumenten aufsucht. Die Fernleitung ist der Fühler des Großwerkes, der Fernantrieb ist das natürliche Werkzeug der wirtschaftlichen Stromerzeugung.

In Industrieländern verbreiten weitverzweigte 50 000 bis 150 000 V-Fernleitungen die in einer Zentrale erzeugte elektrische Energie.

In Österreich sowie in Deutschland beschäftigte man sich schon vor dem Kriege mit dem Plane — einesteils zur wirtschaftlichen Erzeugung und hiedurch zur Schaffung neuer Staatseinnahmsquellen, andererseits zur Unterstützung und Hebung der Industrie — die natürliche Entwicklung der Großwerke und der Fernbetriebe durch staatliches Eingreifen künstlich zu heben. Die Verschuldung der kriegführenden Staaten machte auch während des Krieges den Gedanken der Verstaatlichung zeitgemäß. Der staatliche Eingriff, wenn er sich nicht allein in der schroffen Besteuerung der erzeugten oder verkauften Energie erschöpft, schließt schon in sich die Zentralisierung, dieses machtvolle Mittel der wirtschaftlichen Energieerzeugung. Ob die Zentralisierung sich nur auf die Erzeugung der Energie und deren Verbreitung im Großen beschränken, oder aber, ob der Staat die ganze elektrische Stromlieferung expropriieren wird, ist noch eine Frage der Zukunft.

Die Frage des staatlichen Eingriffes gelangte am weitesten in Bayern und in Sachsen. Beide wollen die Erzeugung der Elektrizität zentralisieren. Ersteres plant zu diesem Zwecke den Ausbau des Walchensee-Wasserwerkes, letzteres will 2 Großwerke für Braunkohlenfeuerung bauen. Die erzeugte Energie soll durch weitverzweigte Leitungen von 100 000 V Spannung im Lande verteilt werden. — Große Projekte wurden auch für die Versorgung Preußens mit elektrischer Energie ausgearbeitet. Die elektrische Energie soll in vorteilhaft gelegenen Werken erzeugt und mit 100 000 V in Fernleitungen verteilt werden, sämtliche Werke sollen zusammenarbeiten, so daß die Fernleitung das ganze Land netzartig umspinnen wird*). Die Gegner dieses Projektes — und diese bilden die Mehrheit — behaupten, daß die Rentabilität des ganzen Werkes fraglich sei.

Ich zweifle nicht, daß in einzelnen Ausnahmsfällen, hauptsächlich in größeren industriellen Gegenden des Landes die zentralisierte Erzeugung der Energie und deren Verteilung mittels Fernleitungen rentabel sein könnte, jedoch die Zentralisierung der Energieerzeugung für den Bedarf eines ganzen Landes halte ich vom Gesichtspunkte der Rentabilität derzeit für unausführbar. Ausgedehnte Fernbetriebe mit hohen und höchsten Spannungen beanspruchen große Investierungen und belasten das Werk mit großen ständigen Regieauslagen, welche durch die Ersparnisse des Großwerkes nicht wettgemacht werden können. Nur spezielle Fälle bilden eine Ausnahme, hauptsächlich dort, wo der Konsum ein sehr dichter ist, oder wo zur zentralisierten Erzeugung der Energie günstige Verhältnisse vorhanden sind: wenn Wasserkräfte oder Braunkohlengruben zur Verfügung stehen.

(Schluß folgt.)

Vektorquotienten.

Von **F. Punga.**

Das Verhältnis zweier Vektoren spielt in der mathematischen und graphischen Behandlung von elektrischen Problemen eine ebenso wichtige Rolle wie der Vektor selbst. Wegen der Ähnlichkeit, die in manchen Beziehungen in der Handhabung dieser beiden Größen besteht, werden sie einesteils nicht immer mit genügender Deutlichkeit voneinander unterschieden, anderenteils oft unwesentliche Gesichtspunkte bei ihrer Unterscheidung in den Vordergrund gezogen. So wird von manchen Autoren zwischen „rotativen“ und „nichtrotativen“ Vektoren unterschieden; dies ist aber nur ein äußerliches Unterscheidungsmerkmal, das nur für eine sehr beschränkte Anzahl von Problemen gilt.

Ein klares Bild über das Wesen des Vektorquotienten kann man sich nur machen, wenn man ihn in seiner allgemeinen Bedeutung als Quotient zweier Vektoren im Raume betrachtet. Ein Studium des bekannten Hamiltonschen Werkes über die Quaternionen

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 280.

Digitized by Google

kann einem jeden Ingenieur warm empfohlen werden. Der Name Quaternion für das Verhältnis zweier Vektoren im Raume wurde von Hamilton aus dem Grunde gewählt, weil ihre eindeutige Bestimmung die Angabe von vier Größen erfordert.

Im allgemeinen kann eine Quaternion als Summe eines Skalars und eines Vektors aufgefaßt werden, woraus schon der prinzipielle Unterschied zwischen Vektor und Vektorquotient folgt.

Überaus einfach wird die Rechnung mit Vektorquotienten, wenn alle auftretenden Vektoren in einer Ebene liegen.

Wir gehen von der Aufgabe aus, einen Faktor q zu finden, der einen Vektor der Ebene um den Winkel α zu drehen und seine Länge in dem Verhältnis $1:a$ zu verändern imstande ist.

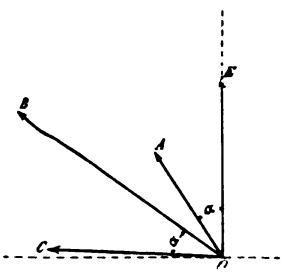


Abb. 1.

Ein solcher Faktor q, auch symbolisch (a, α) geschrieben, wird also den Vektor OE von der Länge 1 in Richtung der Ordinatenachse (Abb. 1) in den Vektor OA überführen, wenn $OA = a$ und $\sphericalangle AOE = \alpha$.

Ebenso wird q den Vektor OB in OC überführen, wobei $\sphericalangle COB = \alpha$ und das Verhältnis der Längen von OC und OB gleich a ist. Der Faktor q kann als ein Vektorquotient angesehen werden und läßt sich mithin schreiben

$$q = \frac{OA}{OE} = \frac{OC}{OB} = (a, \alpha).$$

Aus dieser Definition erfolgt sofort das Gesetz für die Multiplikation und Division von Vektorquotienten.

Wenden wir nämlich auf einen Vektor zunächst die Operation $q = (a, \alpha)$ und dann die Operation $q_1 = (a_1, \alpha_1)$ an, so erhalten wir eine Drehung um den Winkel $\alpha + \alpha_1$ und eine Multiplikation der Länge mit $a.a_1$.

Also

$$q \cdot q_1 = (a\,a_1,\ \alpha + \alpha_1),$$

$$\frac{q}{q_1} = \left(\frac{a}{a_1},\ \alpha - \alpha_1\right)$$

und allgemein:

$$q \cdot q_1 q_2 \ldots q_n = (a\,a_1 \ldots a_n,\ \alpha + \alpha_1 + \ldots + \alpha_n).$$

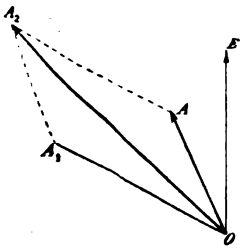


Abb. 2.

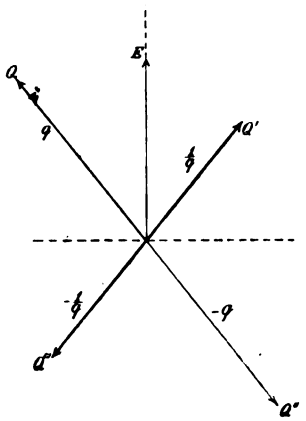


Abb. 3.

Der reziproke Wert von q ergibt sich aus obigem zu

$$\frac{1}{q} = \left(\frac{1}{a},\ -\alpha\right).$$

Wir haben gesehen, daß die Multiplikation des Vektors $OE = 1$ in Richtung der Ordinatenachse (Abb. 1) mit q zu dem Vektor OA führt.

Es liegt der Gedanke nahe, die Faktoren q durch die Vektoren OA graphisch darzustellen, wobei aber nie aus dem Auge gelassen werden darf, daß es sich in Wirklichkeit um den Quotienten $\frac{OA}{OE}$ handelt.

In Abb. 2 seien durch OA und OA_1 die beiden Vektorquotienten $q = (a, \alpha)$ und $q_1 = (a_1, \alpha_1)$ dargestellt. Dann ist

$$q + q_1 = \frac{OA}{OE} + \frac{OA_1}{OE} = \frac{OA_2}{OE},$$

wo OA_2 die geometrische Summe von OA_1 und OA_2 ist.

In Abb. 3 ist q, $\frac{1}{q}$, $-q$ und $-\frac{1}{q}$ eingetragen. Man erkennt, daß $OQ' = \frac{1}{q}$ das Spiegelbild von $OQ = q$ in bezug auf die Ordinatenachse ist, soweit die Richtung in Betracht kommt.

Eine besondere Stellung nimmt der Vektorquotient $q = \left(1, \frac{\pi}{2}\right)$ ein, der also einen Vektor um 90^0 zu drehen vermag. Wenden wir nämlich diese Operation $q = \left(1, \frac{\pi}{2}\right)$ zweimal hinteinander an, so wird ein jeder Vektor um 180^0 gedreht, also:

$$q^2 = (1, \pi) = -1,$$

$$\left(1, \frac{\pi}{2}\right) = \sqrt{-1}.$$

Wenn wir also in Abb. 1 den Vektor OA in seine Komponenten OA' in Richtung der Abszissenachse und OA'' in Richtung der Ordinatenachse zerlegen, so müssen wir der Längeneinheit in der Abszissenachse den Wert $\sqrt{-1}$ und der Längeneinheit in der Ordinatenachse den skalaren Wert 1 beilegen.

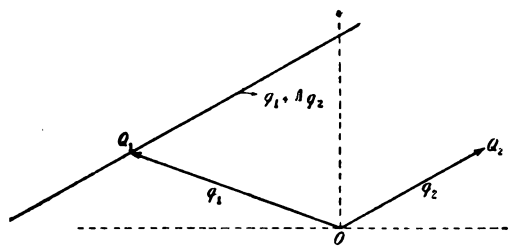


Abb. 4.

Die Rechnung mit Vektorquotienten in der Ebene ist identisch mit der Rechnung mit komplexen Zahlen.

Was die Schreibweise anbelangt, so herrscht noch viel Mannigfaltigkeit. Im folgenden sollen Vektoren und Vektorquotienten unter Benutzung starker lateinischer Buchstaben dargestellt werden, und zwar die ersteren unter Verwendung der großen, die letzteren unter Verwendung der kleinen Buchstaben. Der Winkel, um den ein Vektorquotient einen Vektor zu drehen vermag, soll durch das Winkelzeichen $\sphericalangle$ dargestellt werden*). Wenn zum Beispiel $q = (a, \alpha)$, so $\sphericalangle q = \alpha$ und das Multiplikationsgesetz ergibt hiefür:

$$\sphericalangle (q \cdot q_1 \cdot q \ldots q_n) = \sphericalangle q + \sphericalangle q_1 + \ldots + \sphericalangle q_n = \alpha + \alpha_1 + \ldots + \alpha_n.$$

Darstellung von Gerade und Kreis durch Vektorquotienten.

1. $q_1 = OQ_1$ und $q_2 = OQ_2$ (Abb. 4) seien zwei Vektorquotienten, λ eine variable Zahl, dann stellt

*) Wird Arkus oder Argument genannt.

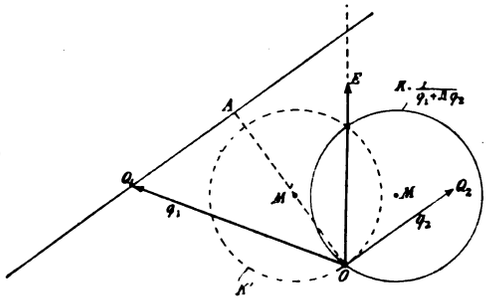
Digitized by Google

$q_1 + \lambda q_2$ eine Gerade dar, die durch den Endpunkt von OQ_1 parallel zu q_2 gezogen wird.

Dies ist eine direkte Folge des Additionsgesetzes von Vektorquotienten.

2. Um den Ausdruck $\frac{1}{q_1 + \lambda q_2}$ graphisch darzustellen, konstuieren wir zunächst die Gerade $q_1 + \lambda q_2$ (Abb. 5) erhalten durch Inversion dieser Geraden einen

Abb. 5.



Kreis K' mit dem Mittelpunkte M' und durch Spiegelung von K' in der Ordinatenachse den gesuchten Kreis K mit dem Mittelpunkt M. M' liegt bekanntlich auf der von O auf die Gerade $q_1 + \lambda q_2$ gestellten Senkrechten OA, und zwar in der Entfernung $\frac{1}{2a}$ von O, wenn a die Länge von OA ist.

3. $\frac{q_3}{q_1 + \lambda q_2}$ stellt einen Kreis dar, dessen Mittelpunktsvektor OM'' gegenüber dem Mittelpunktsvektor OM von $\frac{1}{q_1 + \lambda q_2}$ mit $q_3 = (a_3, \alpha_3)$ multipliziert ist.

4. $\frac{q_3 + \lambda q_4}{q_1 + \lambda q_2}$ läßt sich auf die Form

$$\frac{q_3 - \frac{q_4}{q_2} q_1 + \frac{q_4}{q_2}(q_1 + \lambda q_2)}{q_1 + \lambda q_2} = \frac{q_4}{q_2} + \frac{q_2 - \frac{q_4}{q_2} q_1}{q_1 + \lambda q_2}$$

bringen und stellt auch einen Kreis dar, der aber im allgemeinen nicht durch den Koordinatenanfang geht. Er läßt sich wie folgt konstruieren:

Wir bilden zunächst den Kreis $\frac{1}{q_1 + \lambda q_2}$ mit dem Mittelpunktsvektor OM. Durch Multiplikation mit $\left(q_2 - \frac{q_4}{q_2} q_1\right)$ gehe OM in OM_1 über. Verschiebt man nun den Kreis, der M_1 zum Mittelpunkt und $M_1 O$ als Radius hat, um den Vektor $\frac{q_4}{q_2}$, so erhält man den gesuchten Kreis.

Wir können aber die Bestimmung des Kreises noch vereinfachen. Offenbar geht der gesuchte Kreis durch die Endpunkte der Vektorquotienten $\frac{q_3}{q_1}$ und $\frac{q_4}{q_2}$, weil diese aus $\frac{q_3 + \lambda q_4}{q_1 + \lambda q_2}$ durch Einsetzen von $\lambda = 0$ und $\lambda = \infty$ folgen. Wir könnten nun den gesuchten Kreis dadurch bestimmen, daß wir einfach einen dritten Punkt, zum Beispiel den zu $\lambda = 1$ gehörigen Endpunkt des Vektorquotienten $\frac{q_3 + q_4}{q_1 + q_2}$ hinzunehmen.

Aber auch eine direkte Bestimmung des Kreismittelpunktes ist möglich.

Es sei

$$\frac{q_3}{q_1} = p_1 = OP_1 \text{ und } \frac{q_4}{q_2} = p_2 = OP_2,$$

dann ist: $\frac{q_3 + \lambda q_4}{q_1 + \lambda q_2} = \frac{p_1 + \lambda k}{1 + \frac{\lambda k}{p_2}}$, wo $k = \frac{q_4}{q_1}$.

Die Richtung der Tangente an den Kreis im Punkt P_1 erhält man als Differenz zweier unendlich naher Vektorquotienten, also zu

$$\frac{p_1 + d\lambda . k}{1 + \frac{d\lambda k}{p_2}} - p_1 = d\lambda . \frac{k\left(1 - \frac{p_1}{p_2}\right)}{1 + d\lambda . \frac{k}{p_2}}.$$

Indem wir $d\lambda$ der Null zustreben lassen, ergibt sich die Richtung der Tangente t_1 im Punkt P_1 zu

$$\sphericalangle t_1 = \sphericalangle \frac{k(p_2 - p_1)}{p_2} = \sphericalangle p + \sphericalangle (p_2 - p_1) - \sphericalangle p_2.$$

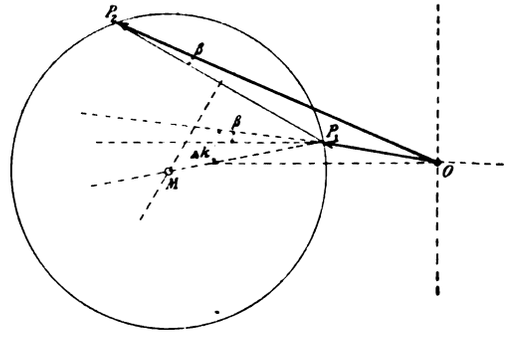


Abb. 6.

Aus Abb. 6 erkennt man, daß

$$\sphericalangle (p_2 - p_1) - \sphericalangle p_2 = - \sphericalangle \beta,$$

wenn β den Winkel zwischen $P_1 P_2$ und $O P_2$ bezeichnet.

Für den Mittelpunkt des Kreises

$$\frac{p_1 + \lambda k}{1 + \lambda \frac{k}{p_2}}$$

der offenbar durch die Endpunkte P_1 und P_2 der Vektorquotienten OP_1 und OP_2 gehen muß, ergeben sich also als geometrische Orte: erstens die Mittelsenkrechte auf $P_1 P_2$ und zweitens die Gerade, die unter dem Winkel $\sphericalangle k - \sphericalangle \beta$ gegen die Abszissenachse durch P_1 gezogen wird. Hiebei ist β positiv, wenn

$$\sphericalangle p_1 > \sphericalangle p_2.$$

Wir wollen aus obigen Betrachtungen eine Nutzanwendung auf elektrische Probleme machen.

Der Widerstand r als Quotient eines Spannungsvektors und eines phasengleichen Stromvektors ist im Diagramm der Vektorquotienten in der Richtung der Ordinatenachse aufzutragen. Die Reaktanz x ist auf der Abszissenachse aufzutragen, und zwar in dem einen oder anderen Sinne je nach der Vereinbarung über den Drehsinn der Strom- und Spannungsvektoren. Setzen wir zum Beispiel fest, daß die Augenblickswerte der Spannung bezw. des Stromes durch die Projektionen eines feststehenden Vektors auf eine gleichmäßig entgegengesetzt dem Drehsinn des Uhrzeigers um den Koordinatenmittelpunkt rotierende Zeitlinie dargestellt werden, so wird ein Vektor, der in elektrischer Hinsicht als voreilend zu bezeichnen ist, im Diagramm im Sinne des Drehsinnes des Uhrzeigers verdreht erscheinen.

Bei dieser Vereinbarung muß die Reaktanz x auf der Abszissenachse nach rechts und die Kapazitanz x_c

Digitized by Google

auf der Abszissenachse nach links aufgetragen werden (siehe Abb. 7). Die Impedanz würde dann in der Form

$$z = r + x$$

erscheinen.

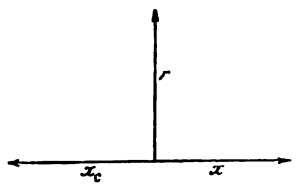


Abb. 7.

Bei Benutzung von komplexen Zahlen würde ein Drehsinn entgegengesetzt dem Zeiger der Uhr als positiv und der von O nach links auf der Abszissenachse aufgetragene Vektor von der Länge 1 den Wert $j = \sqrt{-1}$ erhalten und die Reaktanz x in der Form $-jx$ und die Impedanz z in der Form $r - jx$ darzustellen sein, wo x dann nur skalaren Charakter hat.

Es soll nun der Mittelpunkt des Ossannaschen Kreises für den Drehstrommotor bei konstanter Netzspannung konstruiert werden.

Es sei z_1 die Impedanz, y_a die Erregerimpedanz des Stators, $\frac{r_2'}{s} - jx_2$ die Impedanz des Rotors bei der Schlüpfung s, bezogen auf die primäre Windungszahl, dann ist

$$\mathfrak{J} = \frac{E}{z_1 + \cfrac{1}{y_a + \cfrac{1}{\frac{r_2'}{s} - jx_2}}} =$$

$$= E\,\frac{r_2 y_a + s(1 - jx_2 y_a)}{r_2(1 + z_1 y_a) + s(z_1 - jx_2[1 + z_1 y_a])},$$

wie sich aus dem Ersatzstromkreise des Drehstrommotors (siehe Arnold, Wechselstromtechnik V. 1. V. Kap.) ergibt.

Wir führen ein:

$$\lambda = \frac{s}{r_2},$$

$$k = \frac{1 - jx_2 y_a}{1 + z_1 y_a},$$

$$p_1 = \frac{y_a}{1 + z_1 y_a},$$

$$p_2 = \frac{1 - jx_2 y_a}{z_1 - jx_2 \cdot (1 + z_1 y_a)}$$

und erhalten:

$$\mathfrak{J} = E \cdot \frac{p_1 + \lambda k}{1 + \frac{\lambda k}{p_2}}.$$

Hiebei ist p_1 proportional und phasengleich mit dem Strome bei der Schlüpfung 0, p_2 demjenigen bei der Schlüpfung ∞. Tragen wir also E in Richtung der Ordinaten auf, so lassen sich die Vektoren des Kreises

$$\frac{p_1 + \lambda k}{1 + \frac{\lambda k}{p_2}}$$

in einem geeigneten Maßstabe direkt in Amper ablesen. Der Mittelpunkt des Kreises läßt sich nun nach dem oben angegebenen Verfahren bequem finden, sobald $\sphericalangle k$ bestimmt worden ist. Dieser Winkel läßt sich aus

$$\sphericalangle k = \sphericalangle \frac{1 - jx_2' y_a}{1 + z_1 y_a} = \sphericalangle(1 - jx_2' y_a) - \sphericalangle(1 + z_1 y_a).$$

nach den Gesetzen für die Addition und Multiplikation von Vektorquotienten konstruieren. Wir erhalten aber einen sehr genauen Näherungswert, wenn wir berücksichtigen, daß $x_2' y_a$ bezw. $z_1 y_a$ für jeden Drehstrommotor sehr kleine Größen darstellen

$$\left(x_2' y_a \sim z_1 y_a \sim \frac{J_0}{2 J_k}\right).$$

Hiefür gilt:

$$\sphericalangle(1 + z_1 y_a) \sim \sphericalangle(1 + r_1 y_a) + \sphericalangle(1 - jx_1 y_a),$$
$$\sim \sphericalangle(1 + r_1 y_a) + \sphericalangle(1 - jx_2' y_a)$$

und mithin:

$$\sphericalangle k = -\sphericalangle(1 + r_1 y_a) = -\operatorname{arc\,tg}\frac{J_0 r_1}{E}.$$

Die Tangente des Winkels $\sphericalangle k$ ist mit großer Genauigkeit gleich dem Verhältnis des Ohmschen Spannungsabfalles bei Leerlauf zur Netzspannung.

Da $\sphericalangle k$ negativ ist, so sind sowohl β wie

$$\operatorname{arc\,tg}\frac{J_0 r}{E}$$

im Drehsinn des Uhrzeigers von der durch P_1 gehende Horizontalen aus abzutragen.

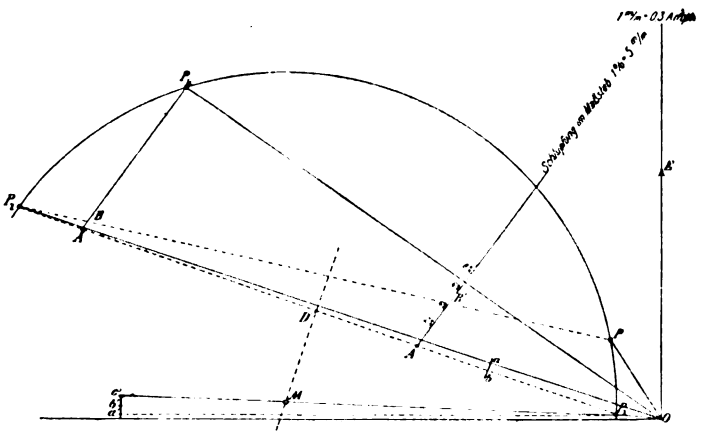


Abb. 8.

Abb. 8 stellt das auf diese Weise konstruierte Diagramm einer 7·5 PS 380 V vierpoligen Drehstrommotors mit Aluminiumwicklung dar, dessen Leerlaufstrom OP_1 6 A und Leerlaufverluste (ohne Reibungsverluste) 410 W betragen. Der Strom OP_2 bei der Schlüpfung ∞ sei 90 A der primäre Ohmsche Widerstand 0·79 Ω und der auf den Stator reduzierte sekundäre Ohmsche Widerstand 0·9 Ω. Wir schlagen um P_2 einen Kreis mit OE als Radius*), der P_2P_1 und P_2O in b und a schneidet und um P_1 einen Kreis vom gleichem Radius, der die Horizontale durch P_1 in a' schneidet und machen

$$a'b' = ab. \qquad b'c' = J_0 r = 6 \cdot 0{\cdot}79 = 4{\cdot}74\ \text{V}.$$

Dann ist der gesuchte Mittelpunkt M der Schnittpunkt von P_1c' mit der Mittelsenkrechten auf P_1P_2.

In Abb. 8 sind auch noch die Vektoren OP und OP_k angetragen, die den Vollaststrom und Kurzschlußstrom darstellen.

Wir können auch die zu OP gehörige Schlüpfung s bestimmen. Es ist:

$$OP = \frac{p_1 + \lambda k}{1 + \frac{\lambda k}{p_2}} = p_2 + \frac{p_1 - p_2}{1 + \lambda\frac{k}{p_2}}.$$

*) In Abb. 8 ist OE in halbem Maßstabe eingezeichnet.

Digitized by Google

Hieraus

$$\frac{p_1 - p_2}{1 + \frac{\lambda k}{p_2}} = OP - OP_2 = P_2P,$$

$$1 + \frac{\lambda k}{p_2} = \frac{p_1 - p_2}{P_2P} = \frac{P_2P_1}{P_2P}.$$

Es existiert also eine Gerade, auf welcher die zwischen P_2P und P_2P_1 liegenden Abschnitte der Variabeln λ und mithin auch der Schlüpfung s proportional sind. Diese Grade α muß parallel der Tangente an dem Kreise in P_2 sein, denn für $\lambda = \infty$ geht P_2P in die Tangente über,

Ziehen wir also in Fig. 8 $P_k A \perp P_2 M$, so wird, wie bekannt, $\frac{AB}{AP_k} = s$ sein, wenn B der Schnittpunkt von P_2P mit AP_k ist.

Am besten verschiebt man aber die Gerade parallel zu AP_k bis $A'B'$, bis man die Schlüpfung auf einem geeigneten Maßstabe direkt ablesen kann.

Zusammenfassung.

Es wird auf den Unterschied zwischen Vektoren und Vektorquotienten hingewiesen. Die elementaren Eigenschaften der letzteren werden zusammengestellt und ihre Benutzung an der Bestimmung des Mittelpunktes des Ossannaschen Kreises gezeigt.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Zur Ausnutzung der Elektrizitätswerke in den Nachtstunden hat die Zentralheizungsfabrik Ostermündingen zusammen mit den Bernischen Kraftwerken nach Bericht der „Zeitschrift f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb 40, Nr. 44. 1917", in einem Sanatorium eine große Wärmeanlage für Nachtstrom eingerichtet, der bekanntlich zu sehr niedrigen Preisen abgegeben werden kann. Die Wärmeanlage für 60 kW Anschlußwert erzeugt 0·5 Millionen WE, die zur Warmwasserbereitung verwendet werden. Die elektrischen Heizkörper erwärmen ein großes nach außen gut wärmeisoliertes Steinmassiv, das während der Nacht auf 350° C erhitzt wird. Das Mauerwerk ist von Röhren durchzogen, in welchen eine bei 300° C siedende Flüssigkeit umläuft. In Verbindung mit einem Kessel wird dem Steinmassiv bei Tag Wärme entzogen und zur Erzeugung des warmen Wassers verwendet. Es sollen Versuche im Großen und auch für die kleinen Betriebe der Hauswirtschaft angestellt werden.

Die Verwendung der Gratis-Nachtkraft mit Wärmeakkumulierung in Fabriken mit eigener Wasserkraft behandelt F. Rutgers in der „Schweiz. Bauz. 70, Nr. 21, 1917". Er weist auf die großen Wärmeverluste hin, die mit der Aufspeicherung großer Wärmemengen verbunden sind. 500 kW durch 12 h gaben 5·16 Millionen WE, damit können 86 m³ Wasser von 30 auf 90° C erwärmt werden; die Anlagekosten hiefür sind sehr große. Öl zur Wärmeakkumulierung hält er für ungeeignet, weil es in offenen Behältern feuergefährlich ist und in geschlossenen Behältern zu Explosionen führen kann. Die Aufspeicherung der Wärme in schlechten Wärmeleitern wie Stein-Mauerwerk usw., gibt kein besseres Resultat, weil diese Körper eine fünfmal kleinere spezifische Wärme als Wasser aufweisen. Die Schmelzwärme zur Aufspeicherung heranzuziehen, ist im Großen noch nicht versucht worden. Rutgers empfiehlt, mit der Gratis-Nachtkraft des Werkes im Winter Magazine zu temperieren, Fabriksgebäude und Bureaus des Nachts elektrisch aufzuheizen, so daß sie bei Arbeitsbeginn schon warm sind und die Kohlenheizung eingeschränkt werden kann. Auch zur Kesselheizung in der Nacht kann man den Strom verwenden. Man schiebt abends die Heizkörper in den Kessel ein und heizt das Wasser vor; zu Betriebsbeginn wird wieder mit Kohlen geheizt*).

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Dampfturbine System Ljungström. Diese Dampfturbine weicht wesentlich ab von den üblichen Turbinenbauarten. Der Dampf wird bei der Ljungström-Turbine in radialer Richtung durch konzentrische Schaufelkränze gesandt, wobei die Schaufelkränze elastisch gelagert sind, um alle auftretenden Temperaturschwankungen anstandslos aufzunehmen. Ein weiteres Kennzeichen der Ljungström-Turbine ist die gegenläufige Anordnung; es rotieren bei derselben sowohl die Schaufelkränze, die dem Leitschaufelteil, als auch jene, die dem Laufschaufelteil entsprechen, wobei die Schaufelkränze des einen Rades als Leitschaufeln für jene des zweiten Rades dienen. Dadurch ist es bei derselben Drehzahl möglich, die dem Dampf innewohnende Wärmeenergie bei denselben Abmessungen mit ¼ der sonst notwendigen Schaufelringe in Arbeit umzusetzen. Diese Bauart ermöglicht aber eine ganz beträchtliche Platz- und Gewichtsersparnis. So stellt sich zum Beispiel das Gewicht einer Turboeinheit System Ljungström, bestehend aus der Dampfturbine und den beiden zugehörigen elektrischen Generatoren, für eine Leistung von 1000 kW auf etwa 19 000 kg und für eine Leistung von 4000 kW auf etwa 50 000 kg, während das Gewicht einer Turboeinheit Parsons von gleichen Leistungen 43 000 kg bezw. 110 000 kg beträgt. Dementsprechend ist der Platzbedarf einer Ljungström-Turboeinheit etwa ⅓ bis ½ desjenigen einer Turboeinheit sonst üblicher Bauart. Auch der erreichte Dampfverbrauch pro PSe ist außerordentlich gering. Während die besten Versuchsergebnisse mit 1000 kW-Dampfturbinen bisher einen Dampfverbrauch von über 4 kg ergaben, konnte bereits bei der ersten 1000 kW-Versuchsturbine System Ljungström während eines Dauerversuchs ein Dampfverbrauch von 3·68 kg erreicht werden und es steht zu erwarten, daß derselbe für größere Leistungen noch erheblich niedriger sein wird. Infolge dieser Eigenschaften ist die Ljungström-Turbine nicht nur für Landanlagen, sondern auch für Schiffsantriebe besonders wertvoll, im letzteren Falle insbesondere dann, wenn an Stelle des direkten Antriebs der Propellerwellen durch Dampfturbinen der elektrische Antrieb gewählt wird. Die Antriebsmotoren werden dann durch Generatoren gespeist, die ihrerseits von den Dampfturbinen betrieben werden*). Für ein Schiff von 36 000 t, das eine normale Geschwindigkeit von 25·5 Knoten besitzen soll, ist eine Triebkraft von 50 000 PS erforderlich. Die betreffende Turbinenanlage System Parsons samt Kondensatoren, Kesselanlage und Bunkerkohle hat ein Gesamtgewicht von 13 900 t, während eine gleich starke Kraftanlage mit Ljungström-Turboeinheiten und elektrischem Antrieb der Propellerwellen, ein Gesamtgewicht von nur 6950 t beträgt. Hieraus ergibt sich eine Ersparnis von nahezu 7000 t an Wasserverdrängung. Hiezu kommt der weitere Vorteil der Platzersparnis um mehr als ein Drittel.

Wie aus der Abb. 1 ersichtlich, besteht die Turbine aus einer Anzahl konzentrischer Schaufelkränze, die auf zwei Scheiben angebracht sind. Der Hochdruckdampf wird in das Zentrum innerhalb des innersten Schaufelkranzes eingelassen und passiert in radialer Richtung die Schaufelkränze unter stufenweise erfolgender Expansion von innen nach außen.

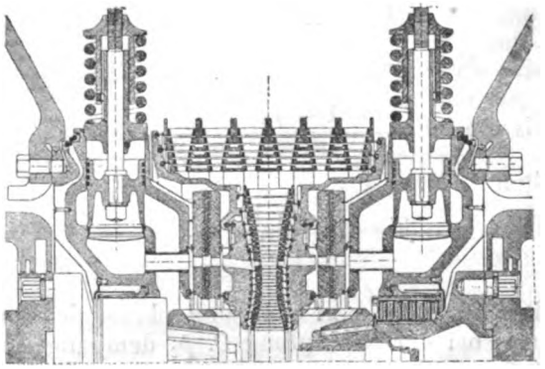


Abb. 1.

Beide Räder haben dieselbe Drehzahl, jedoch entgegengesetzte Drehrichtung. Die Schaufelkränze in dem einen Rade dienen als Leitschaufeln für jene des zweiten Rades. Die breiten Schaufelkränze sind in Kranzsektionen eingeteilt. Zwischen diesen Kranzsektionen und an den Außenkanten sämtlicher Schaufelkränze sind, wie die Abb. 1 zeigt, Tragringe angebracht, die die auf das Schaufelsystem wirkende Fliehkraft aufnehmen. Zwischen Turbinenrad und Schaufelkranz sind besondere Expansionsringe eingelegt, welche den Wärmeübergang unter Vermeidung von gefährlichen Temperaturschwankungen zu vermitteln haben. Das Turbinenrad ist fliegend auf dem freien Wellenende des direkt gekuppelten elektrischen Generators angebracht. Den Achsialdruck des Dampfes gegen die Innenseite des Turbinenrades nehmen zwei Druckscheiben auf, von denen die eine auf der Rückseite des Turbinenrades, die zweite an den stationären Dampfkammern oder Seitenplatten im Turbinengehäuse befestigt ist. Zwischen diesen Scheiben wird vom Zentrum der Turbine

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 316.

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seiten 39, 126.

Digitized by Google

aus Dampf eingelassen. Zur Abdichtung des Turbineninnern gegen die äußere Atmosphäre sind an der Turbinenwelle Labyrinthdichtungen vorgesehen, die aus Kammscheiben bestehen, deren Dichtungskanten stark abgeschwächt sind und in einem Winkel von 45° schräg gebogen werden. Das Einlaßventil ist außerhalb des Turbinengehäuses angeordnet. Der Hochdruckdampf gelangt von hier aus in horizontaler Richtung durch den Dampfzutrittskanal in das Turbinengehäuse, um sich in zwei Kanäle zu verzweigen, die durch Rohre mit den Dampfkanälen der Seitenplatten in Verbindung stehen. Von diesen wird der Dampf teils dem Zentrum des Turbinenrades, teils den Wellendichtungen zugeführt. Durch besondere Überlastungsventile, die auch selbsttätig arbeiten, kann der Dampf bei Erfordernis direkt in Zwischenstufen des Turbinenrades eingelassen werden. Da das Gewicht der ganzen Turboeinheit gering ist, ist es möglich, dieselbe direkt auf den Kondensator aufzubauen. Das Gewicht der elektrischen Generatoren wird durch Federn aufgenommen, die vom Kondensatorgehäuse oder vom Maschinenhausflur getragen werden.*) Elektrotech. Rundsch. Nr. 44 45.)

Leitungen.

Der Fahrdrahtisolator, den die A.-G. Brown, Boveri & Cie. neuerdings angibt (Abb. 2), besteht aus einem einzigen Porzellanscherben, der von einer zweiteiligen Blechtraverse aus 2 mm dicken Eisenblechpreßstücken gehalten wird; diese werden durch 4 Schrauben miteinander verbunden, von denen 2 zur Klemmung des Isolators, 2 zu dessen Befestigung an der Queraufhängung dienen. Ein in dem Isolator einzementierter Bolzen trägt am unteren Ende mittels Gewinde die Fahrdrahtklemmen; dem Bolzen ist freie Längsausdehnung ermöglicht. Bei der einfachen Form des Isolators ist Rußansammlung nicht wahrzunehmen. Die Eisenteile sind feuer-

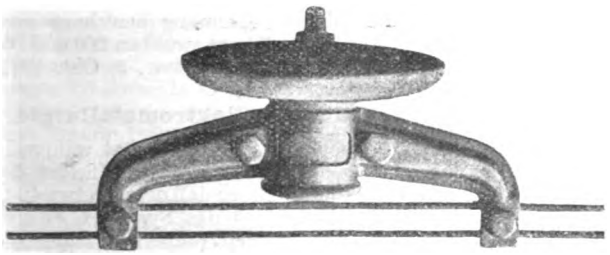


Abb. 2.

verzinkt. Zwischen der Blechtraverse und dem Fahrdraht bestand nach Versuchen die Überschlagspannung von 61 kV; sie ging auf 38 kW bei Regen (5 mm) herab und auf 30 kV, wenn der Isolator noch dazu mit Kienruß bestrichen war; in letzterem Falle hat die Randentladung bei 18 kV begonnen. Der Isolator eignet sich also gut für 10 000 V Betriebsspannung. Der Isolator ist erst bei einem Zug von 1700 bis 2000 kg an dem Gewindebolzen defekt geworden, ein Zug von 550 bis 600 kg in der Richtung des Fahrdrahtes konnte ohne Formveränderung an der Traverse aufgenommen werden. Das Gewicht des gesamten Isolators beträgt 3·3 kg.

(B B C-Mitteilg. IV, Heft 4, 1917.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die städtischen Klein-Motoren und der Krieg. Oberingenieur Neumann in Köln-Deutz versucht an der Hand eines reichen Tabellenmateriales bei den wichtigsten Kraftmaschinen des städtischen Kleingewerbes, Gasmotoren und Elektromotoren festzustellen inwieweit hier der Krieg in die Stetigkeit der Betriebskosten durch Verteuerung der Betriebsmittelkosten eingegriffen hat. Aus den Tabellen ergibt sich, daß bei den Städten, in denen der Kraftgaspreis sich um durchschnittlich 14·8 Pfg. erhöht hat, die Strompreiserhöhung 19 Pfg. betrug. Im Durchschnitt stellt sich bei Strom für Kraftzwecke die Preiserhöhung auf 25%, bei Leuchtgas für Kraftzwecke auf 14·6%. Im allgemeinen stellen sich die Jahresstromkosten höher als die Gaskosten für die gleiche Kraftleistung. Bei einer mittleren Betriebsdauer von 1500 h im Jahr stellen sich die Kosten des Leuchtgases für einen 6 PS-Gasmotor bei einem Leuchtgaspreise von 12½ Pfg./m³ auf Mk. 670, die Stromkosten unter denselben Kraft- und Zeitverhältnissen bei einem Strompreis von 20 Pfg./kWh auf Mk. 1566. Rechnet man also mit einer durchschnittlichen Preissteigerung von 14·7% bei Gas und 22% bei Elektrizität, so erhöhen sich die Betriebsmittelkosten des Leuchtgasmotors um Mk. 99, des Elektromotors um Mk. 345. Bei Neubeschaffungen während des Krieges kommt auch die Verteuerung der Anlage selbst in Betracht. Für Gasmotoren wird heute im allgemeinen mit einem Kriegszuschlag von 40% auf den Lichtpreis gerechnet. Für Elektromotoren werden, abgesehen von den teuren Drahtleitungen, Meßinstrumenten und Installationsmaterial, 100 bis 120% mehr erhoben. Bei beiden Maschinengattungen müssen Ersatzmetalle herangezogen werden. Bei den Elektromotoren für die Kupferwicklungen Zinkdraht; derselbe habe nach Ansicht des Verfassers den Nachteil, daß er nach kurzer Zeit kristallinisch wird und bei solchen Überlastungen, die im allgemeinen bei kupfergewickelten Maschinen unschädlich sind, zu schmelzen anfängt. Günstiger lägen die Verhältnisse bei den Gasmotoren. Abgesehen von den Lager- und Gleitflächen, die bei beiden Maschinengattungen aus Ersatzmetallen, statt der bisher verwandten Bronze hergestellt werden, können die im Frieden aus Messing und Rotguß bestehenden Ölleitungen und Ölhähne ohne Anlaß zu Betriebsstörungen aus Eisen hergestellt werden. Diese Umstände haben zusammen mit der unverhältnismäßigen Verteuerung der Elektrizität wieder zu einer besseren Würdigung des Gasmotors geführt, der sich nach Ansicht des Verfassers den wirtschaftlichen Veränderungen gegenüber standfester gezeigt hat als der Elektromotor. Für die Zukunft dürfte die gegenwärtige erhöhte Bewertung der Nebenerzeugnisse der Kohlenzerlegung den Gasanstalten günstige Aussichten für Erzielung gewinnbringender Betriebe auch bei Ermäßigung des Gaspreises eröffnen, was für die Elektrizitätswerke bezüglich Verbilligung des Stromes nicht anzunehmen sei.

Gegen diese Ausführungen nimmt Fr. Heintzenberg, Berlin Siemensstadt, in entschiedener Weise Stellung. Verfasser ist der Anschauung, daß die ganze Frage zwanglos zu einer anderen Beantwortung führt, wenn man die Neumannsche Betrachtung so ergänzt, wie es notwendig ist, um sich überhaupt ein sachliches Urteil bilden zu können. Die Aufgabe, die Wicklungen von Elektromotoren aus anderen Metallen als Kupfer herzustellen, kann heute als vollkommen gelöst betrachtet werden, und die Zahl der Fälle in denen die Kriegsausführung Anlaß zu Betriebsunterbrechungen gegeben hat, ist innerhalb derselben engen Grenzen geblieben, wie bei den Motoren mit Kupferwicklung*). Die kristallinische Veränderung des Zinks und die Schmelzungen infolge von Überlastung kamen nur in der allerersten Zeit mangelnder Erfahrung vor, da jetzt in der laufenden Fabrikation, an hochbeanspruchten Stellen, zum Beispiel für Drähte von geringem Querschnitt, Zink überhaupt nicht verwendet wird**). Bei den Drehstrommotoren mit Kurzschlußrotor bedeutet aber die Ausführung der Rotorwicklung aus Zink im Hinblick auf die höhere Betriebssicherheit sogar eine Verbesserung. An Ersatzstoffen für die Wicklungen steht überdies außer Zink noch das mechanisch und elektrisch hervorragend geeignete Aluminium zur Verfügung. Die ursprünglich vorhandene Schwierigkeit der Herstellung von guten Löt- und Schweißverbindungen in Aluminium ist durch die neuen Verfahren in unbedingt zuverlässiger Weise beseitigt. Nach den Normalien zur Verwendung der Ersatzmetalle sind für die hier in Betracht kommende Motorgröße von etwa 6 PS die Ständerwicklungen der Drehstrommotoren aus Aluminium, die Läuferwicklungen aus Zink oder Aluminium und die Schleifringe aus Eisen herzustellen. Bei Gleichstrommotoren sollen die Hauptpolwicklungen aus Aluminium und die Stromwender aus Eisen bestehen, während für die Wendepol- und Ankerwicklungen nach wie vor Kupfer verwendet wird. Die Notwendigkeit der Anwendung von Ersatzstoffen braucht hiernach keine Verringerung der Betriebssicherheit des Elektromotors im Gefolge zu haben. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß der Wirkungsgrad der Elektromotoren in Kriegsausführung allerdings niedriger ist als der der Kupfermotoren und zwar beträgt die Verschlechterung der Stromausnutzung 7 bis 8%. Wird aber berücksichtigt, daß der Wärmewert des Gases nicht mehr der gleiche ist wie vor dem Kriege, und daß mit Sicherheit eine weitere Verschlechterung des Steinkohlengases durch Beimengung von Wassergas zu erwarten ist, so ergibt dies für beide Motorarten die gleiche ungünstige Beeinflussung durch die Kriegsverhältnisse. Wenn die Strompreise infolge des Krieges stärker gesteigert worden sind als die Gaspreise, so bedeutet das natürlich eine größere Verteuerung des Betriebsmittels für den Elektromotor als für den Gasmotor. Es geht aber nicht an, die Betriebsmittelkosten mit den Betriebskosten gleichzusetzen und von der Verteuerung der Betriebsmittel unmittelbar Schlüsse auf die gesamten Kosten zu ziehen, da man hiebei den Einfluß der Anlagekosten völlig vernachlässigen würde. In einer Tafel sind die genauen Betriebskosten für je einen 6 PS-Gas- und Elektromotor zusammengestellt, und zwar für Anschaffung und Betrieb im Frieden im Vergleich zur Anschaffung und Betrieb im Kriege. Aus den Zahlen geht zunächst hervor, daß der Vergleich für den Gasmotor um so günstiger ausfällt, je größer die Betriebsdauer ist. Bei 3000 Betriebsstunden im Jahr kann der Elektromotor vom Kostenstandpunkt aus betrachtet, den Wettbewerb mit dem Gasmotor nicht aufnehmen. Die Verhält-

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 88, 1118; 1914 Seite 87; 1916, Seite 88.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 201 ff; 1918, Seite 111.
**) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 193, 325.

Digitized by Google

nisse liegen aber insbesondere im städtischen Kleingewerbe immer so, daß die Motoren nur mit großen Unterbrechungen gebraucht werden und kommt für die kleinen Gewerbebetriebe in der Stadt eine Betriebsstundenzahl von höchstens 600 im Jahr der Wirklichkeit am nächsten. Nachstehende Zahlentafel zeigt den Vergleich zwischen Gasmotor und Elektromotor für verschiedene Betriebsstundenanzahl, und zwar die Kosten einer PS h in Pfennigen bei einer mittleren Belastung des 6 PS-Motors von 75%.

Betriebsstunden im Jahr	Gasmotor	Drehstrommotor	Gasmotor	Drehstrommotor	Gasmotor	Dreh-strommotor
	Im Frieden angeschafft und betrieben		Im Frieden angeschafft, im Kriege betrieben		Im Kriege angeschafft und betrieben	
3000	14·9	18·7	18·7	23·0	20·1	25·8
1500	18·5	19·3	23·4	23·8	26·0	27·6
600	**31·4**	**21·9**	**41·7**	**26 8**	**48·0**	**32·8**
200	69·0	29·1	92·5	35·2	110·0	48 0
Wirtschaftliche Überlegenheit des Drehstrommotors bei 600 Betriebsstunden im Jahre	30%		35·8%		31·7%	

Aus dieser Zahlentafel läßt sich entnehmen, daß auch in dem für den Elektromotor ungünstigsten Fall dieser dem Gasmotor bei 600 Betriebsstunden um mehr als 30% wirtschaftlich überlegen ist, auch wenn während des Krieges die Strompreise stärker gestiegen sind als die Gaspreise. Für einen Gleichstrommotor würden sich annähernd dieselben Zahlen ergeben. Besonders bemerkenswert ist, daß im direkten Gegensatz zu der von Neumann aufgestellten Behauptung, das Verhältnis der Wirtschaftlichkeit beider Motorarten durch den Krieg für den Elektromotor sogar noch günstiger geworden ist. (30% vor dem Krieg und 31·7% während des Krieges). Hiezu kommt noch der Umstand, daß die allgemein anerkannten Vorzüge des Elektromotors, an denen der Krieg nichts geändert hat (wie Einfachheit des An- und Abstellens, geringer Platzbedarf, Geräusch- und Geruchlosigkeit des Betriebes, einfache Wartung u. a.), in den Ausführungen Neumanns gar nicht berücksichtigt wurden.

(Dinglers polytechnisches Journal, 23. 8. u. 8. 9. 1917.)

Elektrische Apparate.

Das Pliotron als Schwingungserzeuger. W. C. White gibt 2 Schaltungen für das Pliotron*) zur Erzeugung hochfrequenter Schwingungen an. Um aus Gleichstrom hochfrequenten Wechselstrom zu erzeugen, wirkt das Pliotron eigentlich als Verstärkungsrelais; die Wellenform irgend einer veränderlichen EMK, die zwischen der Glühkathode und dem Gitter aufgedrückt wird, ist in dem Stromkreis zwischen der Anode und der Glühkathode getreu wiedergegeben. Es wird dabei die zugeführte Leistung in eine viel größere Leistung gleicher Frequenz und Wellenform umgeformt. Bekanntlich kann der Apparat sich selbst als Schwingungserzeuger erregen, wenn ein Teil der abgegebenen Wechselstromenergie mit dem zugeführten Strom rückgekuppelt wird. Auf diese Weise kann man aus Gleichstrom hochfrequenten Wechselstrom erzeugen, das Pliotron wirkt dann als Umformer.

Abb. 3.

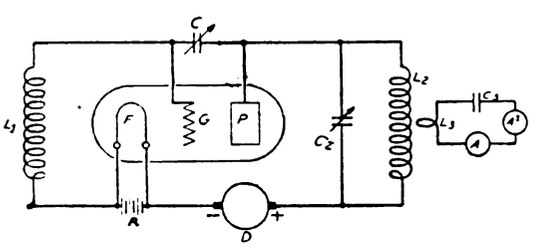


Abb. 3 zeigt die Schaltung, durch welche mittels einer Entladungsröhre Ströme von 10 bis 25 A bei 10^6 bis 10^8 Per/s erzeugt werden können, wie sie zum Beispiel zum Eichen von Strommessern und Wattmetern notwendig sind. Die beiden zu vergleichenden Ampermeter A A^1 sind in einem aus Kapazität C_3 und Selbstinduktion L_3 gebildeten Schwingungskreis eingeschaltet, der induktiv mit dem Pliotronschwingungskreis gekoppelt ist. Selbstinduktion und Kapazität sind so bemessen, daß Resonanz in dem Kreis auftritt. Für L_3 genügen 1 oder 2 Windungen, für C_3 ein Kondensator von zirka 0·1 µF, der Ohmsche Widerstand muß auf ein Minimum reduziert werden. F ist die von der Batterie R geheizte Glühkathode, P die Anode, G das Gitter. D ist eine Gleichstromquelle mit einer Spannung zwischen 200 und 750 V.

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 516; 1917, Seite 85, 493, 59.

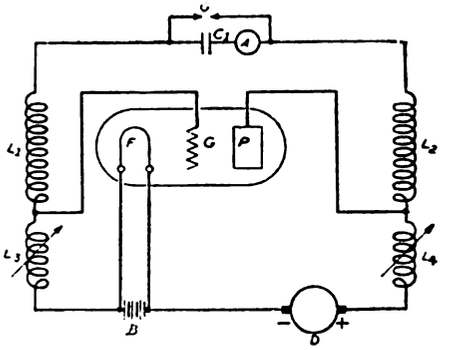


Abb. 4.

Zur Erzeugung hochfrequenter Ströme von 10^8 Per/s bei Spannungen bis 12 000 V, wie sie zum Beispiel für die Erprobung von Isoliermaterialien verwendet werden, muß an das Pliotron ein Resonanzkreis von anderer Bemessung angelegt werden. Hier muß die Selbstinduktion einen hohen, die Kapazität einen niedrigen Wert erhalten. Abb. 4 zeigt die anzuwendende Schaltung. Die Induktanzen L_1 und L_2 werden einander gleich gemacht, etwa 8 mH, ebenso sind die variablen Induktanzen L_3, L_4 einander gleich, etwa 2·5 mH. Die Hochspannung wird an dem Plattenkondensator C_1 abgenommen. Aus seiner bekannten Kapazität und den im Hitzdrahtinstrument A abgelesenen Strom kann die an der Parallelfunkenstrecke G herrschende Spannung berechnet werden. Die Spannung der Gleichstromquelle D liegt zwischen 200 und 750 V.

(Electricity, nach Gen. El. Rev., 5. Okt. 1917.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Die elektrische Stahlerzeugung in England hat während des Krieges große Fortschritte gemacht. Sämtliche Sheffielder Stahlwerke haben elektrische Öfen aufgestellt, so daß derzeit etwa 40 Öfen im Betrieb stehen. Besonders beliebt ist das System Greaves-Etchells, ein flacher kippbarer Ofen (äußerlich ähnlich dem Héroult-Ofen) mit zwei oberen Elektroden, angeschlossen an zwei Phasen eines Dreiphasenstromes, während der Ofenherd als die dritte Elektrode wirkt. Die Ausfütterung ist basisch und besteht aus Dolomit, Teer, Magnesit usw. Die Energie wird durch drei Einphasentransformatoren zugeführt, die primär in Dreieck und sekundär in Stern geschaltet sind. Die Verhältnisse sind derart berechnet, daß bei gleicher Einstellung der oberen Elektroden die primären Leitungen gleichmäßig belastet sind, so daß bei der Unterbrechung des einen der Lichtbögen der andere nicht beeinflußt wird. Der Hochspannungsstrom von 11 200 V wird auf 80 V für das Schmelzen und auf 65 V für die Raffinierung transformiert. Durch die Einführung der elektrischen Öfen werden die Sheffielder Stahlwerke vom Bezug des teueren schwedischen Eisens unabhängig.

(L' Industrie Electrique, 3. Oktober 1917.)

Chronik.

Institut für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung. Am 8. Dezember 1917 fand im Industriehause in Wien unter dem Vorsitze des Geh. Rates Dr. Wilhelm Exner in Gegenwart der hervorragendsten Vertreter der Industrie und der beteiligten Ministerien die konstituierende Generalversammlung des Institutes für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung statt. Der Zweck des Institutes, das ist die Förderung der rationellen wirtschaftlichen Verwertung der Kohlenvorräte unter Gewinnung der erzielbaren Nebenprodukte (Teer, Ammoniak usw.) durch Schaffung einer Großgasindustrie soll durch Bearbeitung aller Fragen der Kohlenvergasung und durch die für die Errichtung von Großgaszentralen erforderlichen Vorarbeiten, ferner durch Ausführung technischer Versuche, Abgabe von Gutachten, Preisausschreiben und Vorträge erreicht werden.

Prof. Strache referierte über die Ziele des Institutes wobei er besonders hervorhob, daß durch die vermehrte Vergasung der Kohle die Grundlagen der künftigen Entwicklung einer organisch-chemischen Großindustrie in Österreich geschaffen werden und der Industrie nach Errichtung der Großgaszentralen in Verbindung mit der Elektrizitätsversorgung und den Wasserstraßen billige Kraft, ein billiges Heizmittel und billige Frachtwege zur Verfügung stehen werden. Generaldirektor Keller erstattete das Referat über die

Digitized by Google

Organisation des Institutes und teilte mit, daß bereits eine Reihe hervorragender Fachmänner sich zur Mitarbeit an den umfangreichen Aufgaben des Institutes bereit erklärt haben.

In überaus interessanten Ausführungen würdigte der Arbeitsminister Ritter v. Homann die Ziele des Institutes, dessen Gründung er als eine längst gefühlte Notwendigkeit begrüßte, da die Zukunft Österreichs im Boden liege und eine intensive Nutzbarmachung aller Naturschätze die dringendste Aufgabe der nächsten Zukunft bilde. Er gab der Hoffnung Ausdruck, daß die Durchführung des Programmes sich mit Riesenschritten der Verwirklichung nähere und sicherte dem Institute die weitgehendste tatkräftige Unterstützung des Arbeitsministeriums zu.

Dr. Porges berichtet über die von der Deutschen Erdöl-A.-G. in Rositz und von den Rütgerswerken in Lützendorf erstellten Werke zur praktischen Braunkohlenverwertung. In dem erstgenannten Werk sollen mit einem Kostenaufwand von 15 Millionen Mark in 55 Generatoren täglich 280 Waggons Braunkohle verarbeitet und täglich 40 Waggon Teer gewonnen werden.

Bei der hierauf vorgenommenen Wahl des Kuratoriums wurden Geh. Rat Dr. Wilhelm Exner zum Präsidenten, die Geh. Räte Dr. Leopold v. Schleyer und Dr. Karl Ritter v. Leth zu Vizepräsidten des Kuratoriums gewählt.

Literatur-Bericht.

Die Telegraphentechnik. Ein Leitfaden für Post- und Telegraphenbeamte von Dr. Karl Strecker, Geh. Ober-Postrat und Professor. Sechste, neu bearbeitete und vermehrte Auflage. Verlag von Julius Springer. Berlin 1917. Preis geh. Mk. 10, geb. Mk. 11·60.

Seit dem Erscheinen der fünften Auflage des Streckerschen Leitfadens sind 10 Jahre vergangen. In diesem, für unsere rasch vorwärtsstrebende Zeit bereits beträchtlichen Zeitraum hat überdies die Telegraphen- und Fernsprechtechnik ganz bedeutende Umwälzungen erfahren. In der Telegraphie ist der Morseapparat immer mehr einerseits durch den Klopfer, andererseits durch den Hughesapparat verdrängt worden. Die Schnelltelegraphen haben an Bedeutung gewonnen. In den Telegraphenämtern sind in steigendem Umfange Umschalteschränke zur Aufstellung gekommen, auch die technischen Einrichtungen der Ämter werden mannigfaltig vervollkommnet. Noch größer sind die Änderungen auf dem Gebiete des Fernsprechwesens, wo insbesondere die Vielfachumschalter und Fernschränke für Zentralbatteriebetrieb weiter ausgebildet worden sind. Dazu kommt hier die Einführung von Selbstanschlußämtern und die Anwendung selbsttätiger Schaltanordnungen auf den verschiedensten Gebieten der Fernsprechtechnik. Dies alles brachte es mit sich, daß bei der Neuauflage der gesamte Stoff eine völlige Umarbeitung erfahren mußte. Dabei ist das Buch, das schon in der fünften Auflage 500 Seiten mit 377 Abbildungen umfaßte, auf das anderthalbfache seines Umfanges, das ist auf 700 Seiten mit 536 Abbildungen gestiegen.

Die Einteilung des Stoffes wurde so getroffen, daß vorerst der theoretisch-praktische Teil für das ganze Gebiet zusammenhängend behandelt wurde. Hierauf folgt die Besprechung des Apparatwesens und der technischen Einrichtungen. Damit aber nicht eine Art geistiger Scheidewand zwischen diesen beiden Gebieten aufgerichtet werde, findet man im theoretisch-physikalischen Teil stets Beispiele der Anwendungen aus den technischen Abschnitten angeführt und in diesem wiederum ist zur Begründung von Erscheinungen und Maßnahmen stets auf jenen verwiesen. Neu hinzugekommen ist im ersten Teil die Lehre von den elektrischen Kraftlinien, weiters einiges über die Grundlagen des elektrischen Maschinenbaues, und ein Abschnitt über elektrische Schwingungen. Im zweiten Teile konnte viel Veraltetes weggelassen werden. Eingehende Beschreibung erfahren hier von den neueren Telegraphenapparaten vor allem der Siemenssche Schnelldrucker und der Ferndrucker. Auch der Baudotapparat hat eine ausführlichere Darstellung gefunden. Bei den Nebenapparaten werden die neuen Zentralanrufschränke und Klinkenumschalter besonders eingehend berücksichtigt. Weiters sind bei den Blitzableitern und Sicherungen viele Neuerungen aufgenommen worden. Völlig umgearbeitet mußte der Abschnitt über den Fernsprechbetrieb werden. An diesen schließt sich ein eigener neuer Teil über Fernsprech-Vermittlungseinrichtungen mit Selbstanschluß an. Ein Anhang über das praktische Maßsystem, Einheits- und Formelzeichen beschließt das Buch.

So ist aus dem alten Leitfaden unter der Mitarbeit von jüngeren Fachgenossen eigentlich ein ganz neues Werk geschaffen worden. Seine Vorzüge liegen in der Anpassung des Stoffes an die Bedürfnisse der Praxis, der klaren knappen und dabei doch erschöpfenden Darstellung. Für den angehenden Telegraphentechniker bietet es einen unentbehrlichen Lernbehelf. Unter der Führung des bewährten Fachmannes kann hier gründliches Wissen geschöpft werden. Aber auch der Fachmann wird die Neuauflage freudig begrüßen, da ihm damit ein wertvolles Nachschlagewerk geboten wird, das ihm über alle technischen Neueinrichtungen der letzten Jahre verläßliche Auskunft erteilt. *Ing. E. F. Petritsch.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

Arbeitsverfahren.

Bei Maschinen, denen die Luft im verdichteten Zustande zugeführt wird muß bei Vergrößerung der Luftzuführung auch eine entsprechende Vergrößerung der einzuspritzenden Brennstoffmenge stattfinden, so daß zwei Regelungsvorrichtungen erforderlich sind, eine zur Regelung des Anfangsdruckes der Luft und eine zur Regelung der Brennstoffmenge. Dr. Arnold Langen in Cöln regelt nur den Brennstoff allein und erzielt dadurch auch eine entsprechende Regelung des Anfangsdruckes der zu verdichtenden Verbrennungsluft, daß der Auspuff in einen Sammelraum erfolgt, dessen Ausströmöffnung mit einem von der Maschinenregelung unbeeinflußten Organ versehen ist. Dieses Organ wird gleichmäßig gesteuert, und zwar während des Auspuffens der Maschine geschlossen und die übrige Zeit offen gehalten. Wird zum Beispiel bei einer Dieselmaschine durch Vergrößerung der eingespritzten Brennstoffmenge die Verbrennungslinie *a b* (Abb. 1) des Diagramms bis *b'* ausgedehnt, so beginnt der Auspuff bei dem höheren Drucke *c'* statt *c*; infolge des Gegendruckes im Auspuffsammelraum wird aber auch der Auspuffenddruck und somit der Anfangsdruck der Verdichtung von *e* auf *e'* steigen, ohne daß zur Erzielung dieses erhöhten Anfangsdruckes irgend ein Regelungsorgan erforderlich ist. Die Verdichtung wird dann bis *a'* getrieben und die nächste Verbrennungslinie bei gleichbleibender Brennstoffüllung ist *a' b''*. (Ö. P. Nr. 72 360.)

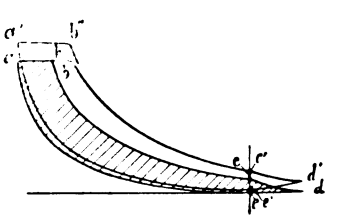


Abb. 1.

Gleichdruck-Verbrennungskraftmaschinen (Dieselmaschinen) haben zu Beginn der Verdichtung die gesamte, vorverdichtete, zur Verbrennung erforderliche Luft im Arbeitszylinder. Die Größe des Arbeitszylinders ist daher abhängig von der Höhe des Druckes der die Verbrennungsrückstände des vorhergehenden Arbeitshubes ausblasenden, die Verbrennungsluft des nächsten Arbeitsganges bildenden Luft. Der Erhöhung dieses Druckes sind jedoch Grenzen gesetzt. Um dennoch den Arbeitszylinder kleiner halten zu können, geht Franz Sonnleithner in Stuttgart in folgender Weise vor: Der Kolben des die Ausblase- bezw. Ladeluft verdichtenden Zylinders eilt dem Kolben des Arbeitszylinders um etwa 90° des Kurbelkreises voraus. Am Ende des Druckhubes hat er die gesamte Luftmenge in den Arbeitszylinder übergeschoben, die Verbindung zwischen beiden Zylindern wird in diesem Augenblick unterbrochen und die Luft im Arbeitszylinder weiterverdichtet, der noch die Hälfte seines Weges zurückzulegen hat. Ein dritter Zylinder, dessen Kolben dem Arbeitskolben um etwa 30° des Kurbelkreises nacheilt, wird mit dem Arbeitszylinder durch eine Steuerung verbunden, nachdem die in diesen dritten Zylinder angesaugte Luft bereits eine gewisse Verdichtung erfahren hat. Es folgt nun eine Verdichtung der Luft in beiden Zylindern gemeinsam, bis der Arbeitskolben seinen oberen Totpunkt erreicht hat, in welchem Zeitpunkte sich die gesamte, durch die vom dritten Zylinder angesaugte Luftmenge vermehrte Ladeluft im dritten Zylinder befindet. Der dritte Kolben, der noch 30° des Kurbelweges zurückzulegen hat, schiebt hierauf die ganze Luft in den Arbeitszylinder über, während welcher Zeit die Einspritzung des Brennstoffes erfolgt. Es ist somit die Zuführung der Luft mit dem Beginn der Verdichtung im Arbeitszylinder nicht beendet, der Arbeitszylinder erhält eine größere Luftmenge als seinem Hubvolumen unter Berücksichtigung des zum Ausblasen erforderlichen Vorverdichtungsdruckes entspricht, indem die Verdichtung der Verbrennungsluft nicht nur im Arbeitszylinder, sondern teilweise außerhalb in einem dritten Zylinder erfolgt, der eine Zusatzluftmenge ansaugt.
(D. R. P. Nr. 292 631.)

Beim Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen mit Glühhaube ist darauf zu achten, daß eine zu hohe Temperatur der Glühhaube nicht zu Frühzündungen Anlaß gibt, zu welchem Zwecke Wassereinspritzung gebräuchlich ist. Dr. Henry Bergreen in Schottwitz bei Breslau will nun diese Wassereinspritzung zur Steuerung der Zündung und zur Erhöhung des Verdichtungsdruckes bis zu den bei Dieselmaschinen üblichen Drücken ausnutzen. Zu diesem Zwecke spritzt er nur einen Teil des Wassers vor der Brennstoffeinführung in die Glühhaube ein, den anderen Teil erst nach der Brennstoffeinspritzung. Die erste Wassereinspritzung soll stets so bemessen werden, daß die Temperatur der Glühhaube so niedrig bleibt, daß eine Zersetzung des mit ihren Wänden in Berührung kommenden Brennstoffes vermieden wird, da die Zersetzungsprodukte von niedrigerer Entzündungstemperatur als die des verwendeten Brennstoffes zu Frühzündungen, jene von höherer Entzündungstemperatur zur Verschmutzung der Haube Anlaß geben würden. Die Abkühlung der Glühhaube darf jedoch andererseits durch die erste Wassereinspritzung nur so weit gehen, daß noch mit Sicherheit eine Verdampfung des unmittelbar darauf einzuspritzenden Brennstoffes durch die Wärme der Glühhaube erzielt wird. Dieser verdampfte Brennstoff würde aber bei höherer Verdichtung infolge der hohen Verdichtungs-

Digitized by Google

temperatur dennoch zu Frühzündungen Anlaß geben. Wird aber nach der Brennstoffeinspritzung und -verdampfung eine zweite Wassereinspritzung vorgenommen, so drängt der entsprechende Wasserdampf die Brennstoffdämpfe von den heißen Wandungen der Glühhaube ab und bewirkt eine weitere Abkühlung der Haube, die nun nicht mehr schädlich ist, da der Brennstoff bereits verdampft ist. Es kann daher mit höheren Verdichtungsdrücken ohne Gefahr von Frühzündungen gearbeitet werden; bei genauer Regelung der Wassereinspritzungen kann der Zeitpunkt der Zündung, die hauptsächlich durch die Verdichtungswärme wie bei Dieselmaschinen erfolgt, willkürlich geregelt werden (D. R. P. Nr. 288 052.)

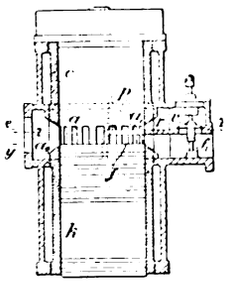
Die soeben beschriebene Erfindung ändert die Grade-Motorwerke G. m. b. H. in Magdeburg dahin ab, daß sie wohl auch zwei getrennte Wassereinspritzungen vornimmt, die Brennstoffeinführung aber nicht zwischen beiden Wassereinspritzungen bewerkstelligt, sondern entweder mit der ersten (bei hoher Verdichtung) oder mit der zweiten Wassereinspritzung (bei feinster Zerstäubung des Brennstoffes und insbesondere des Wassers) zusammenfallen läßt. (D. R. P. Nr. 293 262.)

Es ist bereits bekannt, die Maschinenbelastung dadurch möglichst gleichbleibend zu erhalten, und zwar möglichst nahe an der wirtschaftlichsten Belastung, daß zur vorhandenen äußeren Belastung eine entsprechende Zusatzbelastung zugeschaltet wird. Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin hingegen benutzt derartige Zusatzbelastungen dazu, um bei vollständiger Abschaltung der äußeren Belastung, oder wenn diese so weit gesunken ist, daß der Betrieb der Verbrennungsmaschine schwer durchführbar ist, den Betrieb dennoch aufrecht zu erhalten. Bei stark wechselndem Betriebe ist es zum Beispiel bei Glühkopfmaschinen erforderlich, wenn die Belastung stark sinkt, dem Glühkopf von außen Wärme zuzuführen, damit seine Temperatur nicht so tief sinkt, daß die Maschine zum Stillstand käme, während bei wachsender äußerer Belastung diese Wärmequelle wieder abgeschaltet werden muß, um eine zu starke, Frühzündungen bewirkende Erhitzung der Glühhaube zu vermeiden. Nach der Erfindung wird dies vermieden. Treibt die Glühkopfmaschine zum Beispiel eine Dynamomaschine an, die das Netz mit Strom versorgt, so wird in den Stromkreis ein Elektromagnet eingeschaltet. Bei Unterbrechung des Netzstromkreises fällt der Anker und schließt dabei einen zweiten Stromkreis, in dem als Widerstand die Glühhaube eingeschaltet ist, die dadurch auch bei Leerlauf warm gehalten wird. Es kann aber auch die Zusatzlast zur Aufspeicherung elektrischer Energie in einem Akkumulator nutzbar gemacht werden, aus dem dann bei normalem Betrieb elektrische Energie wieder an das Hauptnetz abgegeben werden kann, so daß infolge der stets vorhandenen Belastung der Maschine deren Glühkopf ohne Zuführung äußerer Wärme genügend heiß bleibt. (D. R. P. Nr. 292 634.)

Mit Naphthalin betriebene Maschinen muß man zunächst mit einem anderen Brennstoff in Gang setzen und einige Zeit laufen lassen, bevor man zum Naphthalinbetrieb übergeht. Um jedoch gleich mit dem Naphthalinbetrieb beginnen zu können, führen nach einer Erfindung von Fritz Schröder in Charlottenburg von einer von der Maschine gesondert angeordneten Heizvorrichtung Heizrohre zum Vergaser und zum Schmelzbehälter des Naphthalins; überdies wird aber auch die dem Vergaser zuzuführende Luft durch dieselbe Wärmequelle über die Verdampfungstemperatur des Naphthalins hinaus auf etwa 300 bis 400° erhitzt, wodurch im Vergaser ein gleich beim Anlassen zündfähiges Gemisch erzeugt wird. (D. R. P. Nr. 291 507.)

Bei den bekannten Arbeitsverfahren erfolgt nur während eines Teiles jedes Arbeitsspieles die Einführung von Luft in den Arbeitszylinder. Nach einer Erfindung von E. A. Rundlöh in Stocksund hingegen wird ein ununterbrochener oder annähernd ununterbrochener Luftstrom in den Arbeitszylinder eingeführt. Durch diesen Luftstrom soll einerseits eine möglichst lange Spülung des Verbrennungsraumes stattfinden, andererseits kann er aber auch zur Zerstäubung des Brennstoffes dienen, indem die Brennstoffdüse in unmittelbarer Nähe der Mündung des Lufteinlasses den Brennstoff dem Luftstrome zuführt. Durch den ununterbrochenen Luftstrom erfolgt die Spülung an der wirksamsten Stelle des Verbrennungsraumes. Der Luftstrom kann auch bei steigender Belastung verstärkt werden, wodurch die nötige Kühlung der heißer werdenden Wände und das Austreiben der größeren Menge von Verbrennungsgasen gesichert wird. (D. R. P. Nr. 295 901.)

Abb. 2.



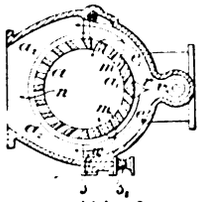


Abb. 2a.

Zweitaktmaschinen.

Bei Zweitaktmaschinen mit steuerndem Kolben deckt dieser zunächst Auspuffschlitze auf der einen Hälfte des Zylinderumfanges auf und beim Weiterschreiten auf der anderen Zylinderhälfte die kürzeren Spülluftschlitze. Um das Auspuffen zu beschleunigen und das Ausfegen zu verbessern, deckt nach Andreas Radovanović in Zürich der Arbeitskolben gleichzeitig mit den Auspuffschlitzen a (Abb. 2 und 2a) auf der einen Zylinderhälfte Hilfsauspuffschlitze a_1 auf der anderen Hälfte des Zylinderumfanges auf, so daß die Verbrennungsgase am ganzen Zylinderumfang austreten. Die Klappe p muß während dieser Zeit geöffnet sein, damit der Ringraum r, in den die Gase durch die Hilfsschlitze a_1 gelangen, mit dem Auspuffkanal a_2 in Verbindung steht. Deckt hierauf der Kolben die Fegeluftschlitze f auf, so wird das Ventil v geöffnet und es tritt Spülluft durch beide übereinander befindlichen Schlitzreihen f und a_1 in den Zylinder. Während dieser Zeit muß die Klappe p geschlossen sein, damit die Fegeluft nicht unmittelbar in den Auspuff übertreten kann. Dieser Zweck kann aber auch erreicht werden, indem man an Stelle der Klappe p einen Luftstrahl w von höherem Drucke einbläst, der durch Ventil s gesteuert wird und eine Scheidewand zwischen r und a_2 bildet. (Ö. P. Nr. 71 516.)

Um bei derartigen Maschinen mit vom Kolben gesteuerten Auspuff- und Spülspitzen und am Kolben angeordneten Ablenkflächen eine Erhöhung der Leistung zu erzielen, bildet Paul Hellemayer in Düsseldorf den Verdichtungsraum und die Ablenkflächen des Kolbens derart aus, daß nach Beendigung des Verdichtungshubes nur ein in sich geschlossener, zweckmäßig vollzylindrischer Verbrennungsraum ohne jeden Nebenraum verbleibt. Es wird dadurch die gesamte im Arbeitszylinder verdichtete Luft zur Mischung und Verbrennung gleichmäßig herangezogen. (D. R. P. Nr. 289 865.)

Gubler & Cie. A.-G. in Zürich hingegen verzichtet auf die vollständig gleichmäßige Mischung von Luft und Brennstoff, um eine sichere Zündung zu erzielen. Zu diesem Zwecke ist auf dem Kolben eine Kammer angeordnet, durch die bei tiefster Stellung des Kolbens durch entsprechende Kanäle zunächst die Spülluft in den Verbrennungsraum strömt, worauf durch andere Kanäle Verbrennungsgemisch in diese Kammer gefördert wird; aus den Kanälen wird das Gemisch durch nachströmende Spülluft verdrängt. Das reichste Gemisch befindet sich somit beim Hochgehen des Kolbens in dieser Kammer, in die in der oberen Totpunktstellung die Zündkerze taucht und so eine sichere Zündung bewirkt. (D. R. P. Nr. 293 514.)

Nach einer Erfindung des Carl Rudqwist in München wird die von der Luftpumpe gelieferte Druckluft in zwei mit Schlitzen versehene Kammern eines Steuerschiebers gedrückt, die durch ein Rückschlagventil miteinander verbunden sind. Hat der steuernde Kolben die Auslaßschlitze freigelegt, so tritt aus der einen Kammer die Luft in den Arbeitszylinder über und bläst die Verbrennungsrückstände aus. Erst nachdem die Auslaßschlitze wieder überdeckt sind, wird die unter ihrem ursprünglichen Druck verbliebene Luft der zweiten Kammer in den Verbrennungsraum eingelassen, um die Menge der Verbrennungsluft und dadurch die Leistung der Maschine zu erhöhen. (D. R. P. Nr. 296 729.)

Bei Zweitaktmaschinen ist es bekannt, nach erfolgter Spülung einen Teil der Spülluft wieder auszustoßen, um die von ihr aufgenommene Wärme abzuführen. Da aber das Austreiben der Rückstände und das Austreten eines Teiles der Spülluft nur im Hubwechsel des Kolbens stattfindet, kann die Spülluft in der kurzen Zeit nur eine geringe Wärmemenge aufnehmen und abführen. Wilhelm Frochlich in Wannsee bei Berlin erzielt dadurch eine kräftigere Kühlung des Zylinders durch die Spülluft, daß er den Verdichtungshub gegenüber dem Arbeitshub verkürzt. Dieses Verfahren kann bei Maschinen mit zwei gegenläufigen Kolben derart ausgeführt werden, daß die Auspuffschlitze g

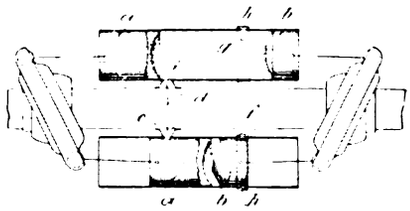


Abb. 3.

(Abb. 3) durch den Schieber h noch geschlossen gehalten werden, nachdem sie vom Kolben b bereits freigelegt sind, so daß der Arbeitshub verlängert wird. Nachdem der Kolben a die Schlitze i freigelegt hat, strömt durch diese Spülluft und treibt die Verbrennungsgase durch die nun geöffneten Schlitze g. Kurz vor der Totpunktstellung des Kolbens a wird die Spülluftzuführung unterbrochen und durch i Gemisch eingeführt, das einen Teil der Spülluft durch g hinausdrängt. Der zurückkehrende Kolben b schiebt gleichfalls Spülluft durch g hinaus, bis er die Schlitze überdeckt, worauf erst der verkürzte Verdichtungshub beginnt, in dem nur Gemisch verdichtet wird, da inzwischen die gesamte Spülluft ausgetrieben worden ist und eine große Wärmemenge abgeführt hat. (Schw. P. Nr. 70 194.)

Die Allgemeine Elektricitätsgesellschaft in Berlin verhindert ein unmittelbares Überströmen der auf der einen Seite des Zylinderumfanges eintretenden Spülluft in die gegenüberliegenden Auspuffschlitze dadurch, daß man die mittleren Spülluftschlitze länger macht als die seitlichen. Der zunächst nur durch diese längeren Schlitze eintretende Spülluftstrom stößt gegen den als Drehkörper ausgebildeten Kolbenfortsatz und wird nach dem Verbrennungsraum abgelenkt. Diese Strömung hält auch dann an, wenn dann die kürzeren Spülschlitze vom Kolben freigelegt werden, so daß auch die durch diese eintretende Spülluft nach dem Verbrennungsraum mitgerissen wird. (Ö. P. Nr. 72 361.)

(Fortsetzung folgt.)

Personalnachrichten.

Oberbaurat Dr. Artur Hruschka ist in Anerkennung vorzüglicher Dienstleistung vor dem Feinde durch Verleihung des Ritterkreuzes des Franz Joseph-Ordens ausgezeichnet worden.

Prof. Julius Heubach wurde das Kriegskreuz III. Klasse für Zivilverdienste verliehen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
13. Jänner 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUHN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 2.
36. Jahrgang.

INHALT:

Beziehungen zwischen Lebensdauer und abfallfreier Zeit bei Holzmasten. Von Ing. Robert Nowotny 13

Elektrische Großkraftwerke. Von Dr. Michael Seidner (Schluß) 16
Rundschau 19

Chronik 23
Literaturbericht 24
Vereinsnachrichten 24

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Beziehungen zwischen Lebensdauer und abfallfreier Zeit bei Holzmasten.

Von Ing. **Robert Nowotny**, Wien.

Die großen Unterschiede in der Standdauer von rohen und imprägnierten Telegraphenstangen oder sonstigen Leitungsmasten und die davon abhängigen, verschieden hohen Aufwendungen, die deren Verbraucher jährlich machen müssen, lassen es erklärlich erscheinen, wenn sich letztere für die Standdauer der verschiedenen Hölzer näher interessieren.

Die Grundlage für die mittlere Lebensdauer der Hölzer liefern die einschlägigen statistischen Aufzeichnungen, aus denen ersichtlich ist, welche Mengen der eingebauten Holzstangen alljährlich wegen Fäulnis in Abfall kommen.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß die in den aufeinanderfolgenden Jahren auftretenden Abfälle als Ordinaten genommen einer Wahrscheinlichkeitslinie entsprechen. Hat man es mit Stangen zu tun, deren Imprägnierung mit nicht allzukräftig wirkenden Konservierungsmitteln erfolgte, oder kamen rohe, nicht besonders haltbare Stangen zum Einbau, so werden die Abgänge schon nach sehr kurzer Zeit, oft schon nach einem Jahr einsetzen. Die Wahrscheinlichkeitslinie als Abfallinie wird in diesen Fällen gleichsam schon vom Ausgangspunkte des Säuleneinbaues beginnen. Anders verhält sich aber die Sache, wenn man Hölzer in die Strecken eingestellt hatte, die mit sehr kräftigen Imprägniermitteln behandelt worden waren. Hier wird sich die fäulniswidrige Wirkung des antiseptischen Stoffes namentlich in den ersten Jahren so stark geltend machen, daß praktisch genommen einige Zeit hindurch alle eingebauten Masten den Angriffen der Holzzerstörer widerstehen, während mehrerer Jahre also keine Abfälle eintreten werden. Man kann hier eine abfallfreie Zeit beobachten, nach deren Ablauf die Abgänge erst einsetzen, daher die zum Abfall gehörigen Wahrscheinlichkeitslinien erst später beginnen werden.

Die abfallfreie Zeit ist bei den verschiedenen Stangengattungen je nach Holzart und Zubereitungsverfahren verschieden; Aufgabe der folgenden Ausführungen soll es sein, diese Verhältnisse namentlich auch die Beziehungen zwischen abfallfreier Zeit und mittlerer Lebensdauer näher zu untersuchen und praktisch zu verwerten.

Rohholz.

Die weichen Nadelhölzer zeigen bekanntlich sehr raschen Verfall, haben daher kurze Standdauer; Fichte und Kiefer haben mittlere Lebensdauer von etwa 3 bis 5 Jahren, dementsprechend steigt die Abfallinie gleich anfangs rasch an, Abfälle sind bereits nach Jahresfrist sehr merklich wahrzunehmen, so daß hier eine abfallfreie Zeit nicht feststellbar ist.

Beachtenswert ist das Verhalten der Lärche, wozu in unseren Alpenländern vielfach Gelegenheit geboten ist. Die alpine Rotlärche stellt bekanntlich ein weit widerstandsfähigeres Material dar, ihre mittlere Lebensdauer stellt sich in österreichischen Telegraphenlinien auf 9·2 Jahre. Die Abb. 1 zeigt in der Schaulinie *L* den Verlauf des Lärchenabfalles. Man sieht, daß die Lärchenstangen anfänglich den Angriffen der Holzfäulnis gut widerstehen, so daß während zweier Jahre kein Abfall vorhanden ist; dann erst steigt die Abfallinie ziemlich steil an.

Das Auftreten von abfallfreier Zeit ist also nicht an die Verwendung imprägnierter

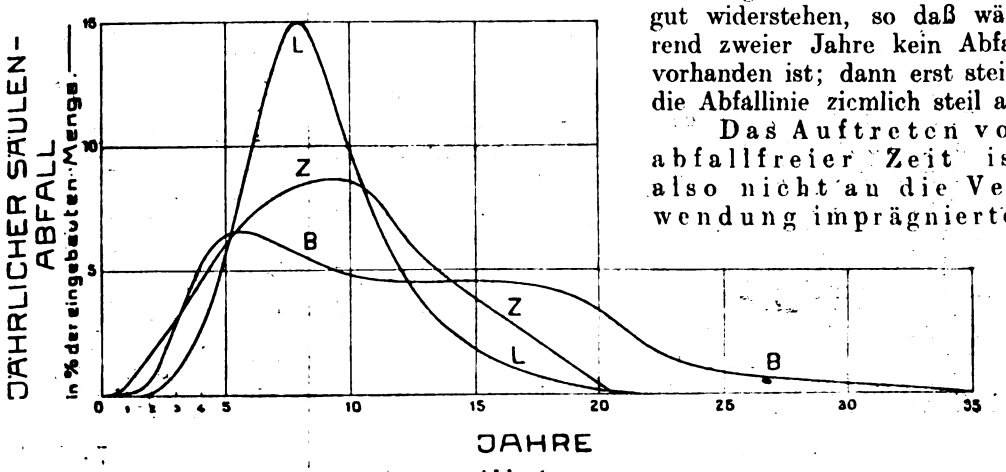


Abb. 1.

Hölzer gebunden; die natürliche Widerstandskraft roher Hölzer kann solche Werte erreichen, daß die Holzfäulnis während der ersten Jahre des Einbaues sich nicht entwickeln kann. Bei der Lärche ist es bekanntlich der sehr widerstandsfähige Kern, der dem Angriffe der Holzzerstörer standhält, wenn auch der Splint bereits schadhafte Stellen aufweist. Ganz ähnlich wird sich wohl auch die sehr beständige Eiche verhalten.

Imprägnierte Hölzer.

Boucheries Verfahren.

In außerordentlich großem Maßstabe sind Telegraphenstangen eingebaut worden, die nach dem Saftverdrängungsverfahren von Boucherie mit Kupfervitriol imprägniert worden waren.

Die Verhältnisse des Abfalles der so zubereiteten Hölzer ergeben sich aus der Linie *B* in Abb. 1. Die Abfallinie zeigt zumeist Unregelmäßigkeiten ähnlicher Art, wie dies aus der Abbildung ersichtlich ist. Die Lebensdauer

Digitized by Google

der mit Kupfervitriol imprägnierten Holzstangen beläuft sich in Österreich auf rund 12 Jahre. Der Abfall setzt aber bereits nach Jahresfrist ein, woraus folgt, daß ein Teil der Boucherie-Säulen nur geringe Haltbarkeit besitzt und verhältnismäßig rasch zugrunde geht. Die Lebensdauer ist hier im Vergleich zu der von Lärchensäulen gestiegen, aber bei letzteren ergibt sich eine größere abfallfreie Zeit.

Mit Zinkchlorid zubereitete Stangen.

Zum Schutze von Telegraphenstangen ist früher auch Zinkchlorid ähnlich wie bei den Bahnschwellen verwendet worden; größere Mengen solcher im Kessel mit dem Zinksalz durchtränkter Säulen sind auch in Deutschland eingesetzt und beobachtet worden. Aus den statistischen Angaben hierüber*) wurde die in der Abb. 1 unter *Z* gebrachte Abfallschaulinie zusammengestellt. Sie zeigt, daß der Abgang schon in den ersten Jahren mit ansehnlichen Ziffern einsetzt, abfallfreie Zeit kann daher hier nicht zur Entwicklung kommen. Die Angaben stammen aus älterer Zeit 1852 bis 1882, wahrscheinlich zeigen in späteren Jahrzehnten eingestellte Stangen wegen weiterer Ausgestaltung des Verfahrens etwas günstigere Ergebnisse.

Mit Fluoriden imprägnierte Hölzer.

Bekanntlich sind neuerer Zeit in Österreich vielfach Telegraphenstangen eingebaut worden, die mit verschiedenen Fluoriden gegen Holzfäulnis geschützt wurden. Man konnte während 7 Jahren das Verhalten solcher Holzsäulen in den Strecken beobachten und hieraus feststellen, ob eine abfallfreie Zeit vorhanden sei.

In Böhmen kamen mehrere tausend Stangen zum Einbau, die nach dem Verfahren von Malenković mit einem Gemisch von Zinkchlorid- und Natriumfluoridlösung im Kessel durchtränkt worden waren. Das Ergebnis der bisherigen Beobachtungen an solchen Hölzern ist in Abb. 2 durch die Schaulinie *M*, die mittleren Werten entspricht, wiedergegeben. Die Wirkung des Antiseptikums ist hier eine ziemlich günstige, da sich praktisch genommen eine abfallfreie Zeit von 3 Jahren ergibt. Die mittlere Lebensdauer dieses Stangenmaterials hat sich noch nicht ermitteln lassen, immerhin sind die Abfälle bisher recht gering geblieben, so daß eine gute Wirkung erhofft werden kann.

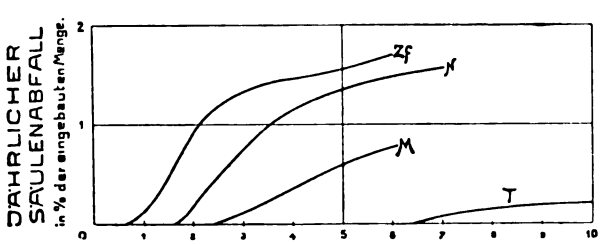


Abb. 2.

Stangen, die nach verschiedenen Verfahren mit Fluoriden zubereitet worden waren, kommen seit einigen Jahren in größerer Zahl in Niederösterreich zur Verwendung; hierunter befand sich ein erheblicher Anteil, der im Troge mit Fluoriden (Zinkfluorid, Natriumfluorid) lediglich getränkt worden war, wo also nur eine geringe Menge des konservierenden Mittels dem Holz zugeführt werden konnte. Die ganz getrennte Auseinanderhaltung der verschieden zubereiteten Stangenarten war bei den statistischen Aufzeichnungen nicht möglich, die Beobachtungsdaten geben daher ein Bild des durchschnittlichen Verhaltens der verschieden behandelten Hölzer. In der Abb. 2 bezieht sich die Linie *Zf* auf die mit Zinkfluoriden (auch nach dem Malenković-Verfahren) konservierten Hölzer, die Linie *N* auf die mit Natriumfluorid behandelten. Man sieht daraus, daß geringe Abfälle schon nach 1 bzw. 2 Jahren da sind, praktisch genommen, also nur eine abfallfreie Zeit von 1 bzw. 2 Jahren angenommen werden kann. Das frühere Auftreten von Abgängen im Vergleiche zu den in Böhmen eingestellten Hölzern rührt vor allem von dem Anteil an getränkten Säulen her.

In diese Gruppen gehören auch noch die mit Bellit imprägnierten Hölzer; Bellit ist ein Gemisch von Natriumfluorid mit Dinitrophenolanilin. Hölzer, die mit diesem Mittel im Kessel imprägniert wurden, sind in Böhmen eingebaut worden; bis jetzt konnte bei diesen Hölzern eine abfallfreie Zeit von 2 Jahren beobachtet werden. In Niederösterreich ist Bellit zur Tränkung und Imprägnierung nach Boucherie benutzt worden; die Tränkung scheint auch hier weniger wirksam zu sein, weil schon nach einem Jahre merkliche Abfälle wahrgenommen wurden.

Kreosotierte Hölzer.

Alle bisher behandelten Stangenarten waren mit Imprägniermitteln geschützt worden, deren Wirksamkeit sich in mäßigeren Grenzen hält; die Verlängerung der Standdauer wird mit ihnen erreicht und ist bei manchen gewiß ganz erheblich. Interessant ist es nun, die einschlägigen Verhältnisse bei Hölzern zu verfolgen die mit Steinkohlenteerölen imprägniert wurden. Nach allen Erfahrungen, die in verschiedenen Ländern seit längerer Zeit hiemit gemacht wurden, wirkt das Kreosotöl außerordentlich nachhaltig und verbürgt eine sehr lange Standdauer, die sich im Mittel bis über 20 Jahre ausdehnt.

Mit Teerölen, und zwar nach Sparverfahren imprägnierte Telegraphenstangen werden in Österreich seit dem Jahre 1904 mit sehr gutem Erfolge eingebaut. Wenn man hier die Abfälle in den aufeinanderfolgenden Jahren vergleicht, so ergeben sich ganz andere Verhältnisse als wie bei den bisher erwähnten Stangenarten. Die jährlichen Abfälle sind klein in den ersten Jahren geradezu verschwindend klein, so daß praktisch eine abfallfreie Zeit von 7 Jahren angenommen werden kann; auch nach dieser Zeit bleiben die Abfälle soweit sie hier bis jetzt beobachtet werden konnten noch immer sehr gering.*) Nach 10 Jahren beträgt der gesamte Abgang kaum 1% von der ursprünglich eingesetzten Stangenmenge (siehe Abb. 2 unter *T*). Hieraus kann geschlossen werden, daß die Standdauer dieser mit Teerölen geschützten Holzsäulen sehr groß sein wird.

Wir kommen aus diesem Verhalten zur Folgerung: hohe mittlere Lebensdauer, lange abfallfreie Zeit. Es ist klar, daß diese beiden Werte in inniger Beziehung zueinander stehen müssen. Liegt ein sehr kräftig wirkendes Imprägniermittel vor und hat man es in zureichender Menge dem Holze einverleibt, so wird es imstande sein, während der ersten Jahre den Angriff der holzzerstörenden Pilze fast bei allen eingebauten Stücken so wirksam abzuhalten, daß eine Auswechslung von Stangen nur bei einer verschwindend kleinen Menge platzgreifen muß; es wird sich also eine verhältnismäßig lange Zeit ohne

*) „Über die Gebrauchsdauer und den Gebrauchswert hölzerner Telegraphenstangen." Von Geh. O. P. R. Christiani, Archiv für Post und Telegraphie 1905, S. 505.

*) „Über Erfahrungen mit kreosotierten Holzsäulen in Österreich." Ing. R. Nowotny. Zeitschr. f. Post u. Telegraphie 1917, Nr. 17.

Digitized by Google

Abfall einstellen. Ist das Imprägniermittel auch sonst zu den guten zu rechnen, kommt ihm also namentlich auch die Eigenschaft der lange nachhaltenden Wirkung zu, so wird der Verfall eines größeren Teiles der eingebauten Stangen auch nach Ablauf der abfallfreien Zeit nicht so bald eintreten.

Die Abfallinie, die nach Ablauf der abfallfreien Zeit einsetzt und in einer Wahrscheinlichkeitslinie verläuft, wird sich über eine lange Reihe von Jahren danach erstrecken, woraus sich im ganzen eine hohe mittlere Lebensdauer ergibt. Der Schluß ist also berechtigt, daß man aus der Feststellung einer längeren abfallfreien Zeit auf eine große Haltbarkeit des beobachteten Materials schließen dürfe.

Kyanisierte Hölzer.

Ein sehr wirksamer Schutz des Holzes gegen Fäulnis wird bekanntlich auch durch das Verfahren von Kyan, Tränkung der Holzstämme in Ätzsublimatlösung erzielt. Neben der Kreosotierung ist diese Zubereitungsart unser bestes Holzimmunisierungsverfahren. Die hiemit erreichte Standdauer beträgt bei dem älteren, der Beobachtung zugänglichen Material an 17 Jahre.

Kyanisierte Telegraphenstangen werden in Österreich ebenfalls seit mehreren Jahren verwendet. Die Beobachtungen reichen — allerdings bei einer nicht allzu großen Menge — auf 6 Jahre zurück. Im allgemeinen kam bei diesen Stangen bisher kein irgendwie nennenswerter Abgang vor, so daß vorderhand mit einer längeren abfallosen Zeit gerechnet werden kann. Im Zusammenhalten mit den früheren Erfahrungen mit solchem Material kann man also sagen, daß eine längere Zeit ohne Abfall eine höhere mittlere Standdauer der Stangen zur Folge hat.

Zusammenfassende Betrachtung.

Die abfallfreie Zeit, deren Größe offenbar durch die Widerstandskraft der eingebauten Hölzer in den ersten Jahren ihres Bestandes bestimmt wird, ist nach allen hier gebrachten Ausführungen keine charakteristische Eigenschaft der konservierten Hölzer; auch nicht zubereitete, sonst aber widerstandsfähige Hölzer, wie die Lärche und Eiche, weisen in den ersten Jahren keine Abfälle auf. Die abfallfreie Zeit ist im allgemeinen auch nicht proportional der mittleren Lebensdauer, da sie beispielsweise bei der Lärche höher ist als bei den im Durchschnitt sich länger erhaltenden Stangen, die nach dem Verfahren Boucheries durchtränkt worden sind. Zweifellos aber zeigt sich, daß bei den Hölzern mit einer sehr hohen mittleren Lebensdauer auch eine längere abfallfreie Zeit beobachtet werden kann. Ob sich hiebei bestimmte gesetzmäßige Beziehungen, allenfalls Proportionalität wird feststellen lassen, kann heute wegen der fehlenden abschließenden Angaben noch nicht beurteilt werden. Jedenfalls sind aber diese Tatsachen für den Verbraucher und Praktiker von Bedeutung. Sie zeigen bei der fortgesetzten Beobachtung des eingebauten Holzmaterials, daß aus einer wahrgenommenen verhältnismäßig langen abfallosen Zeit auf eine mittlere lange Lebensdauer geschlossen werden kann.

Von Interesse sind nun diese Fragen für den Verbraucher namentlich dann, wenn es sich bei neu eingeführten Imprägniermitteln um die Frage der voraussichtlichen Lebensdauer der damit zubereiteten Hölzer handelt. Die halbwegs angenäherte Bestimmung dieser Standdauer ist für die Beantwortung der Wirtschaftlichkeit der imprägnierten Hölzer unerläßlich. Zur genauen Ermittlung dieser Größe sollte eigentlich die Beobachtung des Abfalles an ganzen Abfallreihen der Hölzer vorgenommen werden. Da sich aber derartige Beobachtungszeiten bei den besser imprägnierten Stangen über mehrere Jahrzehnte erstrecken, hat man sich in den letzten Jahren bemüht, diese Frist abzukürzen. Nach dem Vorschlage Dr. Moll's kann man Anhaltspunkte schon bei der Feststellung des 50%igen Abfalles erreichen, Major Malenković strebt dieses Ziel schon beim Eintreten eines Abfalles von 25 bis 30% an*).

Freilich sieht man nun aus den früheren Darstellungen über das Einsetzen des Abfalles, daß man sich auch bei den eben erwähnten verkürzten Verfahren noch ziemlich lange Zeit in Geduld fassen muß, wenn Hölzer vorliegen, die mit kräftig nachwirkenden Stoffen gegen Fäulnis geschützt wurden. Wir sehen beispielsweise bei den kreosotierten Stangen, daß es einer Reihe von Jahren bedarf, bevor überhaupt ein nennenswerter Abfall eintritt, daß die Zunahme des Abfalles dann noch sehr gering ist, so daß hier eine ganz beträchtliche Beobachtungszeit erforderlich wird, um mit einiger Annäherung auf die Größe der wahrscheinlichen Lebensdauer schließen zu können. Anhaltspunkte sind aber offenbar schon in möglichst früher Zeit erwünscht. Es würde Entscheidungen über die Einführung neuer Imprägniermittel und Verfahren ganz außerordentlich verzögern, wenn man damit warten wollte, bis die Beobachtungsdaten aus längerer Zeit in ausreichendem Maße vorliegen. Zu solchen Entscheidungen wird man jedoch durch den steten Wettbewerb neuer Mittel geradezu gedrängt. Es ist zu hoffen, daß die technische Industrie sich weiter mit der Hervorbringung neuer derartiger Mittel beschäftigen wird. Auch der Weltkrieg hat ja gezeigt, wie außerordentlich wichtig es ist, wenn die Reihe der Imprägniermittel soweit als möglich erweitert wird, denn immer wieder tritt Mangel an dem oder jenem Imprägnierstoff ein, namentlich weil sich für ihn eine andere, außerordentlich wichtige Verwendung ergibt.

Das alles drängt dazu, die Frage der voraussichtlichen Lebensdauer der nach verschiedenen Verfahren zubereiteten Hölzer möglichst früh zu beantworten, Anhaltspunkte zur Lösung auf anderem Wege herbeizuschaffen, als durch bloße Verwertung des statistischen Abfallmaterials. So gelangen wir zu den Bestrebungen, die voraussichtliche Lebensdauer aus der antiseptischen Kraft der konservierten Hölzer zu schätzen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die hieher gehörigen Mitteilungen aus den letzten Jahren**). Die Notwendigkeit, bei neu aufkommenden Imprägniermitteln über deren Wirksamkeit so bald als möglich halbwegs verläßliche Urteile abgeben zu müssen, wird uns zwingen, die zur Beantwortung dieser Frage erforderlichen Laboratoriumversuche weiter auszubauen, die Beobachtungsmethoden besser auszugestalten, um auf erweiterten Grundlagen halbwegs sichere Schlüsse aus der Untersuchung der Einwirkung neuer Mittel auf Pilzkulturen ziehen zu können. Bei Vertiefung dieser Verfahren wird man Fehlschlüsse vermeiden können und für die Praxis viel Zeit ersparen, die sonst zu langwierigen Beobachtungen des Verhaltens der Hölzer aufgewendet werden muß. Dann wird man sich getrauen können, Imprägniermittel rascher in größerem Maße zu verwenden, ohne Mißerfolge befürchten zu müssen; zur genauen Beobachtung und Überprüfung ergibt sich dann während des Bestandes hinreichend Zeit.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 21.

**) Rob. Nowotny. „Über die voraussichtliche Lebensdauer imprägnierter Holzmasten." E. T. Z. Berlin, 1912. H. 38. S. 976.
Bas. Malenković. „Über den Zusammenhang zwischen der Zufuhr von Antiseptikum und der Lebensdauer bei imprägnierten Holzmasten." E. T. Z. Berlin, 1913. H. 16. S. 436.
Rob. Nowotny. „Holzimprägniermittel im Lichte neuerer Pilzuntersuchungen." Helios, 1917. Nr. 1. S. 1.

Digitized by Google

Elektrische Großkraftwerke.

Von Dr. Michael Seidner, Budapest.

(Schluß von Heft 1, Seite 4.)

6. Das Industriegroßwerk.

Im folgenden will ich auf ein Mittel hinweisen, mit dessen Hilfe man auch in kleineren Industrieknotenpunkten wirtschaftliche Großwerke errichten könnte. Die Durchführung dieses Planes beansprucht keine großen Investierungen, hingegen sichert es dem Unternehmen ein gutes Einkommen und verschafft der lokalen Industrie große Vorteile.

In kleinen und großen Städten befinden sich nahe nebeneinander hunderte, ja tausende voneinander isolierte Energieerzeugungsanlagen der Industrie und der Gemeindebetriebe. Aus statistischen Daten ist ersichtlich, daß die durchschnittliche Größe aller in einer größeren Stadt in Betrieb stehenden energieerzeugenden Maschinen zirka 40 bis 60 PS beträgt. Wenn also in einer Stadt 100 000 PS installiert sind, so befinden sich dort zirka 2000 Antriebsmaschinen im Betrieb. Zum Vergleiche denken wir uns, daß diese 2000 Maschinen in einer Zentrale aufgestellt wären und es befände sich bei jeder Maschine das nötige Personal. Um wie viel billiger könnte man eine elektrische Zentrale mit 4 Dampfturbinen von je 25 000 PS-Leistung errichten; um wie viel wirtschaftlicher könnte dieses Großwerk die Energie erzeugen und den elektrischen Strom den einzelnen Industrieunternehmungen liefern!

Von den kleineren und größeren Industrieunternehmungen erzeugen nur wenige wirtschaftlich die Energie; die meisten arbeiten teuer. Viele haben veraltete Einrichtungen; gesättigter Dampf, einzylindrige Dampfmaschinen mit Auspuff gehören nicht zu den Seltenheiten; nur vereinzelt treffen wir auf mit automatischer Heizung und mit Ekonomiser versehene, mit gutem Wirkungsgrade arbeitende Kessel. Die Einrichtungen der meisten sind vernachlässigt, die Steuerung der Maschinen ist abgenützt, die Kondensation, Kesselfeuerung, Rohrleitungen sind verwahrlost, das technische Personal ist meistens zweiten Ranges, der Indikator, Rauchanalysator, die Heizmaterialwage sind unbekannte Begriffe. Dies ist auch natürlich, denn für den Industriellen ist die Energieerzeugung kein Ziel, sondern nur ein Mittel. Die meisten solcher isolierten Werke können sich nur verhältnismäßig teuer das Heizmaterial beschaffen, dieses sowie dessen Einlagerung, ferner die Wasserbeschaffung, das Halten des Personals, macht der Leitung des Industrieunternehmens gewöhnlich schwere Sorgen.

Der Krieg hat alle Übel der eigenen Energieerzeugung vervielfacht. Wie vielen Unannehmlichkeiten weicht jenes Industrieunternehmen aus, welches seine Antriebskraft fertig kauft und so die Anschaffung der Rohmaterialien, der Antriebskraft und die Haltung des Personals auf ein separates, sich damit befassendes Organ überträgt. Ich glaube, daß es nach den Kriegserfahrungen keine schwere Aufgabe wäre, die großen Industrieunternehmungen davon zu überzeugen, daß die Erzeugung der Betriebskraft aus Rohmaterialien nicht ihre Aufgabe ist und daß sie besser fahren würden, wenn sie die zum Antreiben der Arbeitsmaschinen nötige Energie fertig von einem sich damit geschäftsmäßig befassenden Unternehmen, von dem Großwerke, beziehen.

Die Frage ist jetzt die: Kann das Großwerk den kleinen und großen Industrieanlagen zu entsprechendem Preise elektrische Energie liefern?

Als praktisches Beispiel werde ich einen extremen Fall wählen. Könnte ein großes Industrieunternehmen, dessen Antriebskraft 1000 PS beträgt, den elektrischen Strom aus einem Großwerke beziehen, dessen Leistungsfähigkeit etwa das Zehnfache des genannten Industrieunternehmens beträgt? Sollte die Berechnung zeigen, daß dies möglich sei, dann werde ich die Rentabilität eines solchen Großwerkes aufstellen und beweisen, daß das Großwerk außer der Verzinsung und Amortisation des investierten Kapitals sowie nach Deckung des Erneuerungsfondes noch etwa 12% Mehrerträgnis abwerfen könnte.

In einem Großindustrieunternehmen erzeugen 2 500 PS-Dampfmaschinen, also mit 666 kW Gesamtleistungsfähigkeit, die zum Antriebe seiner Arbeitsmaschinen nötige Energie. Die gesamte Einrichtung dieses Stromerzeugungswerkes samt Baulichkeiten und Wasserbeschaffung kostete zirka K 400 000. Nehmen wir an, daß die veränderlichen Heizmaterialkosten einer erzeugten kWh 4 Heller betragen, also um 1 Heller, daher nur um 33% größer sind, als die Heizmaterialkosten des im ersten Beispiele angeführten 9000 PS-Großwerkes.

Die jährliche Stromerzeugung des Industrieunternehmens gestaltet sich wie folgt:

Für Verzinsung, Tilgung, Neuerungsfond, Reparatur und Erhaltung 12% des angelegten Kapitals	K 48 000
Heizmaterialwert der Leerlaufsverluste	„ 15 000
Personalausgaben zirka	„ 20 000
Summe der Jahresausgaben .	K 83 000

Die Selbstkosten der erzeugten kWh:

$$y_1 = 4 + \frac{8\,300\,000}{666 \times 8760 \times n} = 4 + \frac{1{\cdot}43}{n}.$$

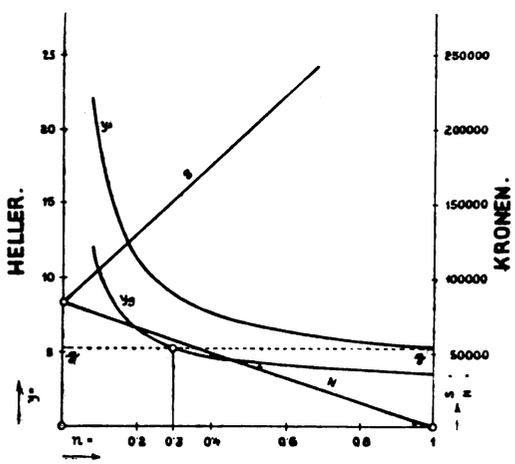


Abb. 5.

Diese Selbstkostengleichung veranschaulicht die Kurve y_1 der Abb. 5. Die Kurve y_g derselben Abbildung zeigt die Selbstkosten der Energieerzeugung des 9000 PS-Großwerkes. Nehmen wir an, daß das Großwerk mit einem 30%igen Ausnutzungsfaktor arbeitet, also die kWh für 5·38 Heller erzeugt. Die gerade $g\,g$ zeichnet diesen Regiewert und schneidet von der Selbstkostenlinie der Industrieunternehmung zufällig den 100%igen Ausnutzungsfaktor entsprechend ab. Die Industrieunternehmung erzeugt daher bei einem 100%igen Ausnutzungsfaktor die Energie mit denselben Selbstkosten, wie das Großwerk bei einem 30%igen Ausnutzungsfaktor.

Nehmen wir an, daß das Großwerk dem Industrieunternehmen zu dessen Selbstkostenpreise, also nach der Linie y_1 Strom liefert. Diese Stromlieferungsbedingung könnte den natürlichen Schlüssel zum Anschlusse des Industrieunternehmens bilden. Das Großwerk würde dem-

Digitized by Google

entsprechend an diesem Geschäfte soviel verdienen, als die Differenz der Ordinaten der Linien y_g y_i ausmacht.

Die aus diesem Geschäfte des Großwerkes entstehenden sämtlichen Einnahmen stellt die Gerade S dar, in der Funktion des Ausnutzungsfaktors des Industrieunternehmens.

Die Kurve N stellt den Nutzen des Großwerkes dar, welcher aus diesem Geschäfte entsteht. Die Gleichung der Geraden ist

$$N = S - 5{\cdot}38 \times KW\,Hn = 4\,KW\,Hn + A - $$
$$- 5{\cdot}38\,KW\,Hn = A - 1{\cdot}38\,KW\,Hn.$$

Wenn $n = \frac{A}{1{\cdot}38\,KW\,H}$, dann ist $N = 0$. Die Gewinngerade schneidet von der Abszissenaxe $n = \frac{A}{1{\cdot}38\,KW\,H}$ im vorliegenden Falle $\frac{83\,000\,000}{1{\cdot}38 \times 8760 \times 666}$ = den Ausnutzungsfaktor 1 ab.

Dieser Ausnutzungsfaktor fällt natürlich mit der Abszisse des Schnittpunktes der Linien $g\,g$ und y_i zusammen, weil das Kleinwerk mit dem Ausnutzungsfaktor = 1 die Energie zu demselben Preise erzeugt, wie das Großwerk.

Das aus obiger Rechnung und der Abbildung abgeleitete Resultat erfordert eine gewisse Richtigstellung. Das vorhandene Industrieunternehmen nämlich verzinst und tilgt das in seinem Stromerzeugungswerk angelegte Kapital auch dann, wenn es die Energie vom Großwerke kauft. Ferner erfordert der Anschluß an das Großwerk ein gewisses Kapital. Wenn aber die Industrieunternehmung ihre maschinelle Einrichtung verwerten oder den Kessel und die Maschine zu anderen Zwecken verwenden könnte, so erscheint eine Dotierung von jährlich 4% des angelegten bezw. des verlorenen Kapitals als entsprechend. Infolgedessen werden wir nur 8% in die Selbstkostenrechnung des Industrieunternehmens für Verzinsung, Tilgung, Erneuerungsfond, Reparatur und Erhaltung aufnehmen. Die Jahresauslagen würden dann von K 83 000 auf K 67 000 sinken und die Selbstkosten der Energieerzeugung der Industrieunternehmung bezw. der Einheitspreis, welchen sie für die kWh bezahlen kann:

$$y_i = 4 + \frac{67\,000\,000}{666 \times 8760 \times n} = 4 + \frac{1{\cdot}14}{n}\ \text{Heller.}$$

Andererseits jedoch verbessert sich der Ausnutzungsfaktor des Großwerkes durch den Anschluß des Industriewerkes; das Großwerk hat somit nicht nur mehr Strom verkauft, sondern auch billiger erzeugt.

Dieser Gedankengang ist aber nur solange richtig, bis das Großwerk durch den Anschluß keine Erweiterungen erfordert.

In folgender Tabelle sind die erwähnten Richtigstellungen durchgeführt worden:

Der Ausnutzungsfaktor des Industrieunternehmens . . . . n =	0·1	0·2	0·3
Der jährliche Energiebedarf, kWh	585 000	1 170 000	1 755 000
Das Industrieunternehmen zahlt für die kWh . . . . . Heller	15·4	9·7	7·8
Jahresrechnung des Industrieunternehmens, ... Kronen	90 000	113 000	137 000
Beim Großwerke:			
Der Ausnutzungsfaktor wächst von 0·3 auf	0·312	0·322	0·333
Die Jahresrechnung wächst durch Anschl. d. Industrieunternehmens von 15 900 000 kWh auf kWh	16 485 000	17 070 000	17 655 000
Die Erzeugungsselbstkosten fallen von 5·38 Heller auf . . Heller	5·28	5·21	5·13
Nutzen bei der dem Industrieunternehmen verkauften kWh, Heller	10·12	4·49	2·67
Jährlicher Nutzen bei der dem Industrieunternehmen verkauften Energie . . . . . , Kronen	59 000	52 500	46 600
Nutzen bei der gesamten erzeugten Energie durch Verbesserung des Ausnutzungsfaktors, . Kronen	15 900	27 000	39 700
Gesamtnutzen durch den Anschluß des Industrieunternehmens pro Jahr, ... Kronen	74 900	79 500	86 300
Theoretisch erhält das Großwerk für die an das Industrieunternehmen verkaufte kWh, Heller	18·1	12·0	10·1

Die Klein- und Großindustrie würde sich jedoch auch dann an das Großwerk anschließen, wenn die Beschaffung der elektrischen Energie dadurch etwas teuerer zu stehen käme, als die Erzeugung derselben durch eigene Maschinen. Man wird einesteils hiedurch von vielen Unannehmlichkeiten und Sorgen befreit, anderenteils — hauptsächlich bei neuen Gründungen — erspart man ein großes Anlagekapital. Das in Frage stehende Industrieunternehmen könnte die nötige elektrische Einrichtung für zirka K 50 000 anschaffen, also um etwa 10% der Kosten eines selbständigen Werkes, da außer einer Transformatorenstation und Kabelanschluß kaum noch etwas anderes notwendig wäre. Das betreffende Industrieunternehmen würde daher K 350 000 Anlagekapital ersparen. Bei einer so großen Ersparnis an Kapital wird ein Industrieunternehmen den elektrischen Strom auch dann kaufen, wenn die kWh mit 1 bis 2 Heller, also in einem Jahr um K 15 000 bis K 30 000 teuerer käme, als bei eigener Erzeugung unter günstigen Verhältnissen.

Das mit einem Ausnutzungsfaktor von 32% arbeitende Großwerk erzeugt die kWh um 5·21 Heller. Die erzeugte Energie muß nun aber auch ins Haus gebracht werden, was mit gewissen Kosten verbunden ist. So muß das Großwerk in erster Reihe das primäre Verteilungsnetz ausbauen und dieses kann in Städten kaum anders, als mit unterirdisch verlegten Kabeln ausgeführt werden. Dieses Verteilungsnetz selbst hängt von den lokalen Verhältnissen ab; nach meiner Schätzung dürfte das Primärnetz des im Beispiele angeführten Großwerkes kaum länger als 30 km ausfallen, so daß das hiezu nötige Anlagekapital höchstens 1 Million Kronen betragen dürfte. Zur Tilgung und Verzinsung dieses Kapitals, für den Erneuerungsfond, für Reparaturen und für die Erhaltung genügt es, wenn jährlich 10% bei Seite gelegt werden. Schließlich erachte ich zur Deckung der technischen und kommerziellen Leitung des Großwerkes und für unvorhergesehene Auslagen K 150 000 als genügend. Diese Zahlen in Betracht gezogen, vermehren sich bei 17 Millionen kWh jährlicher Stromerzeugung die Selbstkosten um $\frac{25\,000\,000}{17\,000\,000} = 1{\cdot}46$ Heller, es wächst daher der Einheitspreis für die kWh von 5·21 Heller auf 6·67 Heller.

Im obigen Beispiel wurde der Anschluß eines Industrieunternehmens behandelt, dessen Energiebedarf zirka 10% der Leistungsfähigkeit des Großwerkes ausmacht. Auf Anschluß größerer Unternehmungen kann das Großwerk kaum rechnen, hingegen treten viele Kleinindustrieunternehmungen mit minderen Ausnutzungsfaktoren als Konsumenten ein, welche mit ihren kleinen Einrichtungen auch sonst teuerer erzeugen. Wir gehen daher genügend vorsichtig vor, wenn wir annehmen, daß das Großwerk einen Teil der erzeugten Energie an Großindustrieunternehmungen mit einem durchschnittlichen Ausnutzungsfaktor von 20% zum Selbstkostenpreis, im Durchnitte daher mit 9·7 Heller für die kWh, verkauft. Den anderen Teil konsumieren Kleinindustrien, natürlich zu um einige Heller höheren Preisen, als der Einheitspreis der den Großindustrieanlagen verkauften Energie beträgt. Das Elektrizitätswerk der

Digitized by Google

Stadt schließt sich entweder an das Großwerk an — und in diesem Falle stellt sie ihr eigenes Werk ab — oder sie benutzt es zur Ergänzung während der Spitzenbelastung, oder auch als äußerste Reserve für das Großwerk. In beiden Fällen mußte das städtische Werk den Strom sehr billig bekommen, denn einerseits erzeugt das städtische Werk nicht teuer, andererseits nehmen die Regiekosten des städtischen Werkes durch den Anschluß nicht wesentlich ab.

Der Überschuß des Großwerkes stellt sich nun wie folgt zusammen: Das Großwerk verkauft jährlich:

An Großindustrien 8 Millionen kWh zu 3 Heller, zusammen mit K 240 000 Gewinn.

Dem Elektrizitätswerke 6 Millionen kWh zum Selbstkostenpreis.

Den Kleinwerken 3 Millionen kWh zu 5 Heller, also zusammen mit K 150 000 Gewinn.

Alles zusammen 17 Millionen kWh im Durchschnitte zu 2·3 Heller, zusammen mit K 390 000 Gewinn.

Der Gewinnüberschuß des mit 32% Ausnutzungsfaktor arbeitenden vollbelasteten Großwerkes beträgt K 390 000, also etwa 12% des investierten Kapitals von 3·25 Millionen Kronen. Eine Verzinsung und Tilgung von 6% wird schon durch die Selbstkosten gedeckt. Obiger Gewinn berührt natürlich nicht die Bilanz des schon bestehenden Elektrizitätswerkes, welches von dem Großwerke unabhängig ist.

Vorausgesetzt, daß das Großwerk 4 Dampfturbinen mit je 2250 bis 2500 PS besitzt, so könnte die maximale Belastung höchstens 6750 PS betragen, wenn eine Turbine ständig in Reserve bleiben soll.

Die jährliche Erzeugung wäre folgende:

	kWh
Ständige Nachtbelastung 1700 PS, täglich 10 h, durch 300 Tage	4 800 000
Ständige Tagesbelastung 5000 PS, täglich 10 h, durch 300 Tage	10 000 000
Durchgangsspitzenbelastung 1500 PS, täglich 3 h durch 300 Tage	900 000
Sonntags- und Feiertagsbelastung 1200 PS, 24 h, durch 65 Tage	1 300 000
zusammen	17 000 000

Die Spitzenbelastung des Großwerkes beträgt daher 6500 PS, die Mittelbelastung 2900 PS und der Belastungsfaktor 0·45.

Das angeführte Beispiel bekräftigt ziffermäßig, daß der Energiebedarf der Klein- und Großindustrie die Rentabilität des Großwerkes sichert.

Jener Unterschied, welcher zwischen den Selbstkosten der Erzeugung des wirtschaftlich arbeitenden Industriegroßwerkes und der unwirtschaftlichen Einrichtung der Kleinindustrieanlagen besteht, wird um so größer werden, je teuerer das Heizmaterial, dessen Verfrachtung, die Einrichtung des Werkes und die Personalspesen werden. Alle diese Spesen werden sich nach dem Kriege wesentlich erhöhen; so erhebt Deutschland schon während des Krieges auf Kohlen eine 20%ige Steuer; die ungarischen Bahnen haben die Frachtsätze um 30% erhöht. Die allgemeine Teuerung erleichtert und beschleunigt daher den Bau von Industriegroßwerken. Hier liegt also das Rohmaterial für die Schaffung von Großwerken.

7. Staatliche Hilfe.

Ich unterschätze nicht die Schwierigkeiten, welche der Einrichtung solcher Großwerke entgegentreten. Dieselben sind technischer und kommerzieller Natur. Die einzelnen bestehenden Elektrizitätswerke und Industrieanlagen haben verschiedene Stromsysteme, verschiedene Spannungen und Periodenzahlen. Die Einrichtung eines jeden Konsumenten müßte einheitlich gestaltet werden. Die kommerzielle Seite ist noch heikler. Die Elektrizitätswerke in den meisten Städten haben ein ausschließliches Stromlieferungsrecht, mit welchem jeder, auf die Errichtung eines Großwerkes zielende Versuch im Keime erstickt werden kann. Die richtige technische und kommerzielle Organisation des Großwerkes ist an und für sich auch schwierig.

Im Industriegroßwerke ist jedoch ein so großer wirtschaftlicher Nutzen enthalten, daß es auch im Interesse des Staates liegt, solche zu errichten. Das elektrische Industriegroßwerk käme nicht nur den bestehenden Industrieunternehmungen zugute und würde nicht nur deren Erweiterung begünstigen, sondern würde auch Neugründungen anlocken und deren Entstehung erleichtern.

Zur Errichtung eines Industriegroßwerkes ist jedoch eine materielle Stütze des Staates gar nicht nötig. Diese Hilfe braucht sich nur auf das Wegräumen der Schwierigkeiten zu beschränken, welche dem Errichten des Werkes im Wege stehen. Der staatliche Eingriff auf technischem Gebiete müßte darin bestehen, den Werken bestimmte Bedingungen zu stellen. Der Staat könnte eine für das ganze Land gültige Stromart, gleiche Periodenzahl, einheitliche Hoch- und Niederspannung, sogar einheitliche Kessel-, Maschinen- und Transformatoreneinheiten vorschreiben. Eine solche Vereinheitlichung ist an und für sich schon ein großer wirtschaftlicher Gewinn und dies würden auch die Fabriksfirmen mit Freude begrüßen. Der Staat könnte vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte aus einheitliche Konzessionsverträge, einheitliche Einlösungsmodalitäten, Expropriationsverfahren, wasserrechtliche Konzessionen feststellen. Es müßte auch dafür gesorgt werden, daß, wenn das Elektrizitätswerk nicht geneigt wäre das Industriegroßwerk zu errichten oder sich daran zu beteiligen, ein anderer Unternehmer zur Errichtung desselben die Konzession erhält. Der Staat würde dadurch zugleich mit einem Schlage die Elektrizitätswerke zu einer etwa in 10 Jahren fälligen Vereinigung zu einem Länderfernbetrieb, zur Verstaatlichung, oder zum Monopol vorbereiten.

8. Zusammenfassung.

Das elektrische Großwerk erzeugt wirtschaftlicher und billiger die Energie als das kleine; die Errichtung von Großwerken ist daher eine wirtschaftliche Forderung. Die bestehenden Großwerke sammeln die Konsumenten mit Hilfe ausgedehnter Fernleitungen. In neuerer Zeit ist man bestrebt, mit staatlicher Unterstützung künstlich die Fernbetriebe zu fördern und zu vereinigen, die Energieerzeugung ganzer Länder zu zentralisieren. Die wirtschaftlichen Verhältnisse sind noch nicht reif für so große Fernbetriebe. Zur Errichtung von Großwerken können wir eine andere Basis schaffen. Wenn die Klein- und Großindustrie unserer Städte, anstatt den Strom selbst zu erzeugen, die Energie von elektrischen Werken kauft, so ist hiedurch der Konsum und die Rentabilität von Großwerken gesichert. Zur Errichtung solcher Industriegroßwerke ist die moralische Unterstützung des Staates erwünscht.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Kohlenwirtschaft. Auf der diesjährigen Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure war die Frage der wirtschaftlichen Ausnutzung der Kohle der Gegenstand mehrerer Vorträge.

Prof. Brabbée hob hervor, daß Deutschlands Kohlenlager für 1000 Jahre, die Englands für 600 und Frankreichs für 500 Jahre reichen, die gleiche Kohlenförderung angenommen; die deutschen Kohlenfelder betragen 15 000 km², die der Vereinigten Staaten und Chinas je 200 000 km² von den gesamten 550 000 km² großen Kohlenfeldern der Erde. Er wies darauf hin, daß im Hausbrand bei strenger Einhaltung der Heizregeln jährlich 8 Millionen t Kohle erspart werden könnten, rund 25% im Wert von 120 MillionenMark. Durch Nichtausnutzung der Abwärme gehen jährlich 60 000 Milliarden Wärmeeinheiten = 12 Millionen t Kohle, entsprechend 200 Millionen Mark, nutzlos verloren; ein Teil davon könnte nutzbringend verwendet werden. Die Vergasung der Kohle, die uns so viele wertvolle Nebenprodukte liefert, wird in der Zukunft seiner Ansicht nach die Verbrennung der Kohle ersetzen.

Mit den Nebenprodukten der Kraftwerke beschäftigt sich der Vortrag von Prof. Dr. Klingenberg. Die Vergasung der Kohle unter gleichzeitiger Gewinnung von Ammoniumsulfat und Teer ermöglicht die Erzeugung von Stickstoff für Düngung und von flüssigen Kohlenwasserstoffen für Treib- und Schmieröl. Die Bedeutung dieser Fragen für die Volkswirtschaft haben die Regierung zur Einziehung von Gutachten veranlaßt. Der Vortragende ist der Ansicht, daß die Wirtschaftlichkeit der Nebenproduktenwirtschaft im großen Maßstab von Fall zu Fall untersucht werden muß und daß die errechneten hohen Gewinne nicht annähernd erzielt werden. Stärkere Besteuerung der Kohle würden die Nebenproduktenwirtschaft unmöglich machen; die allgemein durchgeführte Gewinnung der Nebenprodukte würde unsere Kohlenvorräte übrigens rasch erschöpfen. In absehbarer Zeit könnten in Deutschland weitere 11 Millionen t Steinkohle für diese Zwecke mit einem Gewinn von 90 Millionen Mark gewonnen werden. Staat und Industrie müssen in gemeinsamer Arbeit die Entwicklung fördern.

Die Kohlenwirtschaft in Dampfkesselbetrieben behandelt Oberingenieur R. Lind. Ende 1913 gab es 170 900 Dampfkessel in Deutschland (davon 70% in Preußen, 9% in Bayern, 8·3% in Sachsen, 3% in Württemberg), die 60 Millionen t Stein- und Braunkohle im Werte von 1 Milliarde Mark, rund 24% des gesamten Verbrauches, benötigten. In einem Teil der Anlagen wird der Dampf nur zur Krafterzeugung, in einem anderen zur Kraft- und Wärmeerzeugung und in einem dritten nur zur Wärmeerzeugung verwendet. Um bei den ersteren Betrieben Kesselkohle zu sparen empfiehlt sich der Anschluß derselben an Überlandwerke mit billigem Stromtarif, die Ausnutzung der Wasserkräfte, hydraulische und elektrische Akkumulierung, das Zusammenlegen von diesen Betrieben mit den an dritter Stelle erwähnten. Richtige Bemessung der Dampfkesselanlage, der Feuerung, der Leitungsanlage, Ausbildung des Personals, Verwertung der Abwärme, tägliche Kontrolle des Kohlenverbrauches sind die im Kleinen durchzuführende Mittel. Die letztgenannten Betriebe sollen nur Koks, Preßkohle usw. zur Kesselheizung verwenden. Die Aufstellung eines Kessels soll behördlich erst dann erlaubt werden, wenn alle anderen Kraftquellen, die keine Rohkohle benötigen nicht anwendbar sind. Nicht nur die Sicherheit, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Kesselbetriebe ist zu überwachen.

(Z. ges. Turbinenwesen, Bd. 14, Heft 34,1917.)

Elektrische Beleuchtung.

Bestimmungen über die Beschaffenheit und Abnahme von Wolfram-Glühlampen. Der Lichtnormalien-Ausschuß der Vereinigung der Elektrizitätswerke hat mit den Vertretern der Glühlampenfabrikanten für Wolfram-Glühlampen Abnahmebestimmungen vorläufig festgesetzt, durch welche die an diese Glühlampen zu stellenden Anforderungen dargelegt sind. Diese Bedingungen sollen erst nach Kriegsende in Kraft treten.

§ 1. Die nachfolgenden Bestimmungen gelten nur für Vakuumlampen mit glattem, nicht spiralförmigem Leuchtkörper und für Lampen mit Gasfüllung in normaler Ausführung, soweit sie in der Tabelle des § 3 aufgeführt sind. Die Lampen müssen für Parallelschaltung bestimmt und mit klaren Birnen- oder Kugelglocken versehen sein. Den Bestimmungen der §§ 4 bis 6 sind nur Lieferungen von Lampen gleicher Sorte, das heißt von gleicher Spannung, gleichem Wattverbrauch und gleicher Bauart unterworfen, und nur, wenn die Lieferungen mindestens umfassen: 100 Lampen mit einem Wattverbrauch bis einschließlich 100 W, oder 50 Lampen mit einem Wattverbrauch über 100 W bis einschließlich 300 W, oder 25 Lampen mit einem Wattverbrauch über 300 W.

§ 2. Die Lampen werden neben den sonst erforderlichen Angaben (Steuerklasse, Steuer-Nr. usw.) in nachstehender Reihenfolge mit dem Wattverbrauch (W), der Bestellspannung (V) und auf Verlangen des Abnehmers mit der mittleren räumlichen Lichtstärke (Hefnerkerzen, $HK_{\bigcirc}$) gestempelt, zum Beispiel:

40 W 220 27 = 40 Watt 220 Volt und 27 $HK_{\bigcirc}$.

§ 3. Die Lampen werden nach dem Wattverbrauch bestellt und geliefert, und zwar in folgenden Abstufungen:

Typenbezeichnung	Mittlere räumliche Lichtstärke ($HK_{\bigcirc}$)			
	Vakuumlampen		Lampen m. Gasfüllg.	
	100—130 V	200—230 V	100—130 V	200—230 V
10 W	6	—	—	—
20 „	15	12	—	—
25 „	19	16	—	—
40 „	32	27	37	—
60 „	48	44	62	—
75 „	—	—	82	68
100 „	80	74	120	100
150 „	—	—	200	170
200 „	—	—	275	250
300 „	—	—	275	250
500 „	—	—	450	400
750 „	—	—	1200	1150
1000 „	—	—	1650	1550
1500 „	—	—	2600	2400

§ 4. Die Lampen werden bei derjenigen Spannung geprüft, für welche sie bestellt sind (Bestellspannung). Die Prüfung erstreckt sich auf die Feststellung: 1. des Wattverbrauches (§ 5), 2. der mittleren räumlichen Lichtstärke (§ 5), 3. der mittleren räumlichen Kerzen für 1 W (§ 5), 4. der mittleren Lichtabnahme (§ 6).

§ 5. 1. Die Feststellung des Wattverbrauches, der mittleren räumlichen Lichtstärke sowie der mittleren räumlichen Kerzen für 1 W hat bei mindestens 25 Lampen einer Sorte, auf Verlangen des Lieferanten jedoch bei mindestens 2·5% der Lieferung dieser Sorte zu erfolgen.

2. Der bei der Prüfung für jede einzelne dieser Lampensorten gefundene Mittelwert des Wattverbrauches darf Abweichungen von dem aufgestempelten Werte bis 8% nach unten und 4% nach oben aufweisen. Abweichungen von 2 W nach unten und 1 W nach oben sind jedoch stets zulässig.

3. Bei den einzelnen Lampen dürfen diese Abweichungen — 12% und + 8% betragen, unbeschadet der stets zulässigen Abweichung von — 2 W und + 1 W.

4. Die räumliche Lichtstärke der einzelnen Lampen darf um — 15% und + 10%, mindestens aber um 2 Kerzen von den in der Tabelle des § 3 angegebenen Werten abweichen.

5. Die mittleren räumlichen Kerzen pro W dürfen bei jeder Lampensorte im Mittel um 10% von dem Wert abweichen, der sich durch Rechnung (Division der mittleren räumlichen Lichtstärke durch den Wattverbrauch) aus den in der Tabelle des § 3 enthaltenen Zahlenwerten ergibt.

6. Diejenigen Lampen, welche diesen Bedingungen nicht entsprechen, können zurückgewiesen werden. Die Abnahme einer ganzen Gruppe von Lampen gleicher Sorte kann aber nur verweigert werden, wenn über 10% der von dieser Gruppe geprüften Lampen, bei Prüfung von nur 25 Lampen 2 Stück oder mehr, den Bedingungen nicht entsprechen.

Für die Feststellung der mittleren räumlichen Lichtstärke ist die Messung mit dem Kugel-Photometer maßgebend.

§ 6. Die Messungen zur Feststellung der Lichtabnahme werden bei Vakuumlampen nach 0, 200, 500, 800 und 1000 h und bei Lampen mit Gasfüllung nach 0, 200, 500 und 800 h vorgenommen. Dabei werden von jeder Lieferung gleicher Sorte bei Lampen bis einschließlich 100 W mindestens 12 Stück und bei größeren Lampen wenigstens 8 Stück dieser Prüfung unterworfen.

Die geprüften Lampen einer Lieferung gleicher Sorte haben dann folgenden Bedingungen zu entsprechen:

1. Eine mittlere Lichtabnahme bis zu 15% gegenüber dem Anfangswert ist zulässig nach 1000 h bei:

Vakuumlampen bis 25 W/ 100 bis 130 V,
„ „ 40 „ / 200 „ 230 „ .

Eine mittlere Lichtabnahme bis zu 20% gegenüber dem Anfangswert ist zulässig nach 1000 h bei:

Vakuumlampen über 25 W/ 100 bis 130 V,
„ „ 40 „ / 200 „ 230 „ .

Eine mittlere Lichtabnahme bis zu 20% gegenüber dem Anfangswert ist zulässig nach 800 h bei Lampen mit Gasfüllung.

Bei der Ermittlung der Lichtabnahme bleiben die vor 1000 bezw. 800 h defekt gewordenen Lampen der betreffenden Gruppe unberücksichtigt.

2. Die Anzahl der während dieser Prüfung vorzeitig, das heißt vor Ablauf von 1000 h bei Vakuumlampen und von 800 h bei Lampen

Digitized by Google

mit Gasfüllung, durchgebrannten Lampen gleicher Sorte darf höchstens betragen bei Prüfung

	von je 12 Lp. bis 100 W	von je 8 Lp. über 100 W
Vakuumlampen	2 Stück	—
Lampen mit Gasfüllung . .	3 „	2 Stück.

Wenn bei der Prüfung einer Gruppe von Lampen gleicher Sorte diese Bedingungen nicht erfüllt werden, so hat der Lieferant das Recht, eine Wiederholung dieser Prüfung mit der doppelten Lampenzahl zu verlangen. Diese Nachprüfung ist durch die Phys.-Techn. Reichsanstalt auszuführen, die Kosten derselben hat der unterliegende Teil zu tragen. Wenn auch bei dieser zweiten Prüfung die vorstehenden Bedingungen nicht erfüllt werden, so kann diese Gruppe der Lieferung zurückgewiesen werden*).

(„Mitteilungen“ Nr. 204, Verein der El.-Werke.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen in Österreich. Der Beginn der Studien zur Verwertung der Wasserkräfte für die Elektrifizierung der Staatsbahnen reicht bis in das Jahr 1891 zurück, da Verträge die Wasserkräfte Nordtirols für die Arlbergbahn sichern sollten, aber erst 1905 trat das Eisenbahnministerium an eine systematische Behandlung der ganzen Materie heran. Die damals errichtete „Studienabteilung zur Vorbereitung des elektrischen Betriebes der Staatsbahnlinien“ hatte bautechnische, verwaltungstechnische und elektrotechnische Aufgaben zu lösen, wovon die ersteren alle unausgenützten Wasserkräfte der Alpenländer und Dalmatiens, die letzteren die 4400 km langen Staatsbahnlinien und 1800 km langen Privatbahnlinien südlich der Donau umfaßten. Von diesen dem Abschlusse nahen Studien und Vorarbeiten für die elektrische Traktion gibt eine Denkschrift Aufschluß, die die Regierung dem Ende November v. J. einberufenen Staatseisenbahnrat vorgelegt hat**). Die Denkschrift gibt einen Überblick über die charakteristischen Verhältnisse der Wasserkräfte in den Alpenländern und erläutert das von der Staatseisenbahnverwaltung bei der Verwertung des Materiales eingehaltene Programm.

Die Studienabteilung hatte zunächst planmäßig die vorhandenen Wasserkräfte aufzusuchen und die geologischen und hydrologischen Grundlagen der Wasserkraftausnutzung zu bearbeiten. Nebst der Aufstellung der Einzelprojekte und der Konsenserwerbung mußten eigene, das ganze Gefälle einer Wasserkraft umfassende Konkurrenzprojekte ausgearbeitet und eingereicht werden, um damit einer Zersplitterung der Großwasserkräfte vorzubeugen. So mußten dem Wasserkraftkataster ähnliche Darstellungen für Flußstrecken mit übergreifenden Projekten mehrerer Konzessionswerber angelegt werden, Alternativprojekte einer Gefällsstufe, insbesondere im Gebiet der Drau, getroffen, die nötige Dichtheit der zur Wasserspeicherung herangezogenen Alpenseen gegenüber einem höheren Wasserdruck untersucht, der Einfluß auf das Klima und die Temperatur der Seen durch das geographische Institut festgelegt und für die Aufrechterhaltung von Trift, Flößerei und Schiffahrt vorgesorgt werden.

Nach der Darstellung der technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte für die Auswahl der Wasserkräfte behandelt die Denkschrift die rechtliche Sicherstellung der Wasserkräfte für den elektrischen Betrieb von Vollbahnen. Das Eisenbahnministerium widerlegt eingehend den Vorwurf, Konsenswerbungen privater Unternehmungen entgegengetreten zu sein. Von 1060 Anzeigen über Ansuchen privater Konsenswerber, die von Ende August 1900 bis Ende Juni 1917 eingelaufen sind, wurden innerhalb der 8- bezw. 21 tägigen Frist 976 Projekte (92%) ohne Einschränkung freigegeben, in 15 Fällen lag eine Konkurrenz mit den Bewerbern vor, in 54 Fällen wurden Vertragsverhandlungen eingeleitet. In der Tat sind während dieser Zeit unter Förderung der Staatseisenbahnverwaltung 16 Großwasserkraftanlagen von min. 70 000, max. 150 000 PS-Leistung ausgebaut worden. Die Verwaltung suchte nur der Okkupierung von Wasserkräften zu spekulativen Zwecken entgegenzutreten; sie war — nach dem Zeugnis von Ing. Rosshaendler — bestrebt, ernste Reflektanten im Ausbau von Großwasserkräften zu unterstützen und zu fördern und im Verein mit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten und dem hydrographischen Zentralbureau das Zersplittern wertvoller Stufen durch Erstellung kleiner Anlagen zu verhindern. Daß auch in anderen europäischen Staaten in den letzten Jahren die Tendenz erhöhter staatlicher Einflußnahme vorgeherrscht hat und die Staaten bestrebt waren, die Wasserkräfte wirtschaftlich und finanziell der Gesamtheit nutzbar zu machen, wird durch eine Darlegung der bestehenden Wasserkraftausnutzung in Hinblick auf die Anforderungen des elektrischen Vollbahnbetriebes in Deutschland, in der Schweiz, Frankreich, Italien, Rußland, Schweden und Norwegen erhärtet.

*) Vgl. die Lieferungsbedingnisse in der Schweiz. E. u. M. 1917, Seite 476.

**) „Mitteilungen über die Studien und vorbereitenden Maßnahmen der österreichischen Staatseisenbahnverwaltung zur Ausnützung der Wasserkräfte und zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen,“ I. Teil, bearbeitet im k. k. Eisenbahnministerium, Wien 1917, k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Die Studien zur Vorbereitung des elektrischen Betriebes erlitten eine Verzögerung durch die Unklarheit in der Systemfrage, in der eine Einigung weder im Internationalen Eisenbahnkongreßverband, Bern 1910, noch im Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen erzielt werden konnte (1911). Unterdessen haben sich aber alle 3 in Frage kommenden Systeme Gleichstrom-, Drehstrom- und Einphasenstromsystem so weit vervollkommnet, daß die Frage der elektrischen Zugförderung auf Vollbahnen technisch nach jedem dieser 3 Systeme gelöst werden kann.

Hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bei Einführung der elektrischen Zugförderung wurden folgende Linien eingehend untersucht.

1. Triest-Opčina. Wegen der hohen Stromkosten, der großen Leistungen der im Vergleich zur Ausdehnung des Bahnhofgeleise in Triest kurzen Betriebslänge mußte von der Elektrifizierung dieser Strecke Abstand genommen werden.

2. Steinach-Irdning — Attnang-Puchheim. Die politische Begehung des Projektes für die elektrische Streckenausrüstung fand bereits im Juni 1912 statt. Der Strom sollte vertragsmäßig aus den Gosauwerken geliefert, das Kapital vom Land Oberösterreich beschafft werden, während die Staatsbahnverwaltung die Verzinsung und Tilgung aus den Ersparnissen der Betriebskosten zu übernehmen hatte. Die ungünstigen Geld- und Kreditverhältnisse ließen es geboten erscheinen, die Ausführung auf einen späteren Zeitpunkt zu verschieben.

3. Arlbergstrecke Landeck — Innsbruck. Die technischen und wirtschaftlichen Verhältnisse auf dieser Strecke drängen zur Elektrisierung. Im Jahre 1913 sind große elektrotechnische Firmen an die Ausarbeitung des Projektes geschritten; der Krieg hat die Arbeiten verzögert, hingegen sind Maßnahmen zur Sicherstellung der erforderlichen Wasserkräfte eingeleitet.

4. Bozen—Meraner und Vinschgaubahn. Die Verwaltung der Etschwerke wurde schon 1913 zur Abgabe eines Stromlieferungsoffertes eingeladen; ein Angebot ist bisher nicht eingelangt.

5. Tarvis — Laibah. Dieser Strecke sollte Strom von den Wasserkraftwerken an der Zavržnica geliefert werden; die eingeleiteten Verhandlungen sind vorübergehend unterbrochen worden.

6. Dugopolje — Aržano (Dalmatien). Im Jahre 1913 war weder die Trassenführung noch der Standpunkt der Heeresverwaltung geklärt.

7. Die Studien über die Linien Rohr—Bad Hall, Lambach — Haag, Bregenz — Bezau haben wirtschaftlich ungünstige Ergebnisse gezeitigt. Die Elektrifizierung der Linie Eisenerz — Vordernberg wird nach Wiedereintritt normaler Verhältnisse nachgeprüft werden.

8. Die Studien bezüglich der Elektrifizierung der Bahnen im Bereich der Direktionen Prag und Pilsen sowie der im Braunkohlenrevier gelegenen Linien Bodenbach—Komotau und Laun — Wiesa—Moldau von Wärmekraftwerken aus ergaben kein vorteilhaftes wirtschaftliches Resultat. Nur auf Strecken mit besonderen Verkehrs- und Betriebsverhältnissen kann die Einführung des elektrischen Betriebes in Betracht gezogen werden.

Als wertvolle Ergänzung der vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen Statistik mag die in der Denkschrift enthaltene Zusammenstellung der elektrischen Bahnen in der folgenden Tabelle wiedergegeben werden, die Strom von Wasserkraftwerken beziehen; ihre Gesamtlänge beträgt 492 km.

Die unter 2, 4, 7 und 17 in der Tabelle angeführten Bahnen sind vom Dampfbetrieb auf den elektrischen Betrieb umgebaut, die übrigen von Haus aus für den elektrischen Betrieb gebaut worden. Dem Umbau der Vollbahnlinien stand eine Reihe von Hindernissen im Wege. So stellte die Heeresverwaltung an die Elektrisierung strategisch wichtiger Linien die Bedingung, daß der Dampfbetrieb im Kriegsfall ohne Zögern wieder hergestellt wird, was viele Vorkehrungen zur Betriebsbereitschaft der Dampflokomotiven, der Wasserstationen, der Zugförderungsanlagen, ferner die Anlage von Kohlenfassungsstationen zur Folge haben müßte, Vorkehrungen also, die eine schwere, den Ertrag dieser Linien in Frage stellende Belastung mit sich bringen. Bei strategisch minderwichtigen oder bedeutungslosen Linien verlangt die Heeresverwaltung für den Kriegsfall bloß die Aufrechthaltung der Leistungsfähigkeit wie beim Dampfbetrieb. Es sind Verhandlungen eingeleitet worden, daß das Kriegsministerium seine Stellung zur Elektrisierung einer dieser Linien, Innsbruck—Bregenz, endgültig präzisiere. Schwierigkeiten technischer Natur, die sich dem Umbau entgegenstellten, bestanden vor allem in der schon erwähnten Ungeklärtheit der Systemfrage. Eine rasche Entscheidung für irgendein System hätte vielleicht zu einem mit großen finanziellen Opfern verbundenen teilweisen Mißerfolg geführt, wie dies in Deutschland der Fall war. Heute, wo die Systemfrage auf Grund der Erfahrungen auf der Lötschbergbahn, der Strecke Dessau—Bitterfeld, der Riksgränsen-Bahn, der Mittenwaldbahn zugunsten des Einphasenwechselstrombetriebe

Digitized by Google

	Bahn	Spurweite in m	Länge in km	Fahrdrahtspannung in V	Kraftwerk	Wasserkraft	Übertragungsspannung in V	Entfernung der Umformeranlage in km	Betrieb
		Gleichstrombahnen.							
1.	Bludenz—Schruns (Montafonerbahn)	normal.	12·35	650	E.-W. Schruns	Litzbach im Silbertal		—	Staatsbahn
2.	Bozen—Kaltern—St. Anton (Überetscherbahn)	normal.	11·89	1200	Etschwerke	Etsch (Töll)	10000 Dreh-St.	36	priv.
3.	Bruneck—Sand in Tirol	normal.	15·24	750	E.-W. Bruneck	Müllbach	3000 D. S.	1·2	priv.
4.	Innsbruck—Hall	normal.	11·92	1000	E.-W. Innsbruck	Sill	11000 2-phas.	7·0	priv.
5.	Trient—Malè	schmal.	59·53	800	E.-W. Trient	Sarca	20000 D. S.	66·0	Staatsbahn
6.	Dermullo—Mendel	schmal.	23·55	800	E.-W. Romeno	Novella	4000 D. S.	16·0	priv.
7.	Salzburg—Drachenloch Salzburg—Parsch	normal.	15·45	850	E.-W. Salzburg	Almbach (Wiestal)	25000/3000 D.S.	15·0	priv.
8.	Neumarkt—Waizenkirch.—Peuerbach	normal.	16·287	750	Drehstromnetz Stern & Hafferl A.-G., Gmunden	Traunfall, Offensee, Schwarzensee, Dittelbach, Gosauwerk Gr. Arlbach	25000/10000	175·0	priv.
9.	Linz—Efferding—Waizenk.	normal.	42·31	750					
10.	Ebelsberg—St. Florian	schmal.	9·65	650					
11.	Gmunden—Vorchdorf	schmal.	14·58	650					
12.	Vöcklamarkt—Attersee	schmal.	13·67	650					
13.	Zartlesdorf—Hohenfurt—Lippnerschwebe	normal.	22·51	1200	E.-W. Obermühle	Moldau	—	—	Staatsbahn
14.	Mixnitz—St. Erhard	schmal.	10·68	750	E.-W. Yserstitt	Kremnitzer Mixnitz			priv.
		Einphasen-Wechselstrombahnen.							
15.	Innsbruck — Scharnitz — Reutte — Griesen (Mittenwaldbahn	normal.	65·65	15000, 15 Per/s	bahneig. Werk	Ruetzbach	50000	76·5	Staatsbahn
16.	Innsbruck—Fulpmes (Stubaitalbahn)	schmal.	18·16	2500, 42 Per/s	E.-W. Innsbruck	Sill	10000	11·4	priv.
17.	St. Pölten—Mariazell—Gußwerk	schmal.	91·33	6500, 25 Per/s	N.-Ö. Landes-E. W.	Erlauf, Lassingbach	27000	53·0	priv.

mit 15000 V Fahrdrahtspannung bei 15 bis $16^2/_3$ Per/s gelöst ist, und wo die Schweiz und Schweden eben darangehen, wichtige Vollbahnstrecken nach diesem System zu elektrisieren, kann mit dem Umbau der geeignetsten Strecke, das ist der Arlbergbahn, begonnen werden, unter der Voraussetzung, daß die durch den Krieg verursachten Schwierigkeiten in der Materialbeschaffung behoben sind.

Zum Schlusse gibt die Denkschrift einen Rückblick auf die bisherigen und einen Ausblick auf die zukünftigen Maßnahmen zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte. Für die bedauerliche Tatsache, daß die österreichischen Wasserkräfte bisher so wenig ausgenutzt sind — von den 3 Millionen PS ausbauwürdiger Wasserkräfte in den Alpenländern sind bisher 250000 PS, also rund 8%, ausgenutzt — kommen manche Umstände zur Erklärung in Betracht: Die gesteigerte Vervollkommnung der Dampfbetriebe, die die wirtschaftliche Reichweite der Wasserkräfte herabsetzt, die bezüglich ihres Eigenverbrauches noch nicht voll entwickelte elektrochemische Industrie, mangelnde Erfahrungen im Bau von Großwasserkraftanlagen, die zu schweren Mißerfolgen führten, der Umstand, daß in der Zeit vor dem Krieg das heimische Kapital es vorzog, sich in anderen, rascheren Gewinn verheißenden Unternehmungen zu betätigen, und nur ausländisches Kapital den damals der Behandlung unterzogenen Projekten zugrunde lag. Alle diese Fragen fallen heute nicht mehr ins Gewicht, dazu kommt noch als wesentliche Triebfeder für den dringend notwendigen Ausbau der Wasserkräfte, die während des Krieges entstandene Kohlenfrage. Die ausgebauten Wasserkräfte würden Österreich in der Kohlenbeschaffung ganz unabhängig machen, die dabei erzielten niedrigen Energiekosten die Industrie konkurrenzfähiger gestalten, die Ersparnis an Betriebspersonal und an Transportmittel — für 100 PS ausgebauter Wasserkraft werden 2 Kohlenwagen für andere Zwecke frei — erhalten nach dem Krieg gesteigerte Bedeutung. Für die Ausnutzung der Wasserkräfte stehen verschiedene Wege offen, die eigene Tätigkeit des Staates, die der privaten Unternehmer und die Vereinigung beider zu einem gemischt-wirtschaftlichen Unternehmen. Nach einer Darlegung der Verhältnisse in der Elektrizitätsversorgung in den deutschen Bundesstaaten Preußen, Bayern, Sachsen und Baden*) weist die Staatseisenbahnverwaltung darauf hin, daß die Durchführung ihres Programmes durch den Krieg unterbrochen wurde. Die politischen Behörden waren erst im Jahre 1917 imstande, seit Jahren anhängige wasserrechtliche Verfahren wieder aufzunehmen und neue Verfahren wieder auszuschreiben. Gegenwärtig verfügt die Staatseisenbahnverwaltung über 18 Konzessionen für Wasserkraftanlagen mit 164000 PS im Jahresmittel. In der letzten Zeit hat die Verwaltung mit Finanzinstituten und Industrieunternehmungen Übereinkommen über die zeitliche Überlassung der Verwertung von ihr konsentierten Wasserkräften an die Industrie getroffen, die Bestimmungen über die Einlösung und den unentgeltlichen Heimfall der Anlagen an die Staatsverwaltung enthalten. Nach Wiederkehr stabiler Verhältnisse wird diese Aktion abgeschlossen werden.

*) Vergl. E. u. M. 1917, Seite 280.

Der Denkschrift ist als Beilage A eine „Zusammenstellung der von der Staatseisenbahnverwaltung für Zwecke der Wasserkraftausnutzung studierten Gefällsstufen in den österreichischen Alpenländern" beigelegt, aus der Lage und Ausmaß ausbauwürdiger Wasserkräfte entommen werden kann. In einem später erscheinenden II. Teil der Denkschrift sollen die einzelnen studierten Projekte in ihrer Disposition und in ihren wichtigsten Einzelnheiten tabellarisch dargestellt werden. Ein Probeblatt davon ist bereits dem I. Teil beigelegt. Die Einzelnheiten der Studienergebnisse sollen seinerzeit veröffentlicht werden.

Die Frage der Elektrisierung der Vollbahnen in Österreich war, wie bereits erwähnt, Gegenstand der Beratung des Staatseisenbahnrates in seiner letzten Sitzung. Der Eisenbahnminister Dr. Freih. v. Banhans wies auf die bisher durchgeführten Arbeiten hin und stellte die Inangriffnahme der Arlbergstrecke in nahe Aussicht, bis die erforderlichen Materialien werden beschafft werden können. Der Berichterstatter des Komitees, das zur Vorberatung der mit der Einführung des elektrischen Betriebes zusammenhängenden wirtschaftlichen und finanziellen Fragen eingesetzt wurde, Dr. Ellenbogen, empfiehlt folgende Anträge.

1. Der in den „Mitteilungen" niedergelegte Bericht wird unter Anerkennung der verdienstvollen Leistungen der an den gegenständlichen Arbeiten beteiligt gewesenen Organe der Staatseisenbahnverwaltung zur Kenntnis genommen und das Eisenbahnministerium aufgefordert:

2. Die zum Zwecke der Sicherstellung von Wasserkräften begonnenen Arbeiten, insbesondere aber jene, die sich auf die Erwerbung der Konzessionen beziehen, mit tunlichster Beschleunigung zu Ende zu führen und bei Ausnutzung dieser Konzessionen im Sinne der bisher geübten Vertragspraxis der industriellen Verwertung die weitestgehende Förderung angedeihen zu lassen.

3. Die für die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Arlbergstrecke erforderlichen Arbeiten derart zu betreiben, daß bei Wiedereintritt geordneter Verhältnisse die entsprechenden Anträge wegen Beschaffung der erforderlichen Geldmittel gestellt werden können, um dieses schon längst als spruchreif erkannte Projekt zu verwirklichen; schon vorher die Frage des Probebetriebes zu erwägen und hiebei die Mittenwaldbahn und die Oberkrainer Bahnen für etwaige Versuche mit elektrischen Lokomotiven, wie sie die Traktion auf der Arlbergroute verlangt, zu benutzen.

Digitized by Google

4. Bei günstiger Gelegenheit die derzeit ruhenden Verhandlungen wegen der Elektrifizierung der Salzkammergutstrecke Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim wieder aufzunehmen.

5. Die Einführung des elektrischen Betriebes auf jenen Linien, die — wie Eisenerz—Vordernberg — für diese Betriebsart als ökonomisch günstig erkannt werden, vorzubereiten und insbesondere bei Neubaulinien parallele Berechnungen für beide Betriebsarten anzustellen, damit schon in den Anlageverhältnissen derartiger Projekte die Vorteile der elektrischen Traktion ausgenutzt werden können.

6. Die Arbeiten zur Vorbereitung der Elektrifizierung jener alpenländischen Privatbahnen, deren Verstaatlichung zu erwarten ist, zu vollenden und hiebei insbesondere auf die Rampenstrecken mit steilen Neigungen Bedacht zu nehmen.

Der Obmann des Komitees Dr. Křížík wies darauf hin, daß das Arbeitsministerium einen ausgezeichneten Kataster der Wasserkräfte angelegt habe. In diesem Kataster würden bisher 4800 km Wasserläufe behandelt, 2600 Werksanlagen, bestehend aus 154 000 PS. Noch nicht ausgenutzt seien 1·6 Millionen PS. Dabei seien erst etwa 25% aller Wasserläufe im Kataster enthalten. Die Wasserkräfte, welche im Kataster enthalten sind, entsprechen 2·8 Millionen t Kohle, in Geld umgesetzt etwa 700 Millionen Kronen.

Mitglied Dr. Lampe besprach die Verzögerungen bei Erteilung von Wasserkraftkonzessionen im wasserrechtlichen Verfahren und gab dem Wunsche Ausdruck, daß diese Angelegenheiten im Geiste des Gesetzes behandelt werden.

Mitglied Exzellenz Dr. Weiskirchner richtete an die Gesamtregierung die Bitte, den Leidensweg wenigstens einigermaßen zu verkürzen, den eine Partei durchzumachen habe, bis sie eine Konzession erhält. Insbesondere empfahl er das Projekt der Gemeinde Wien zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Enns der tunlichsten Förderung der Regierung.

Hierauf wurden die Anträge des Komitees gemäß dem Vorschlage des Berichterstatters angenommen.

Déri-Motoren für Grubenbahnen. Bei der für Grubenbahnen vorgeschriebenen niederen Spannung ist Wechselstrom wirtschaftlicher wie Gleichstrom, weil die Anlage und Ausrüstung der Speisepunkte als kleine Transformatorstationen einfacher und billiger ist als Umformerstationen. Die einfache Bauart und Schaltung sowie das leichte Anlassen und Regulieren machen den Déri-Motor für diese Art des Betriebes besonders geeignet. Um bei dem geringen zur Verfügung stehenden Raum größere Motoren noch einbauen zu können, hat die A.-G. Brown, Boveri & Cie. folgende Einrichtung getroffen: Es werden außerhalb der Laufräder liegende, schnellaufende Motoren, 1250 bis 1500 U. p. min, verwendet, die mit einem doppelten zwischen den Laufrädern liegenden Vorgelege (1 : 11 bis 1 : 26·5) auf die Radachsen wirken. Das kleine Zahnrad auf der Motorwelle ist unmittelbar hinter dem Anker angeordnet, während das Lager auf der Zahnradseite nach außen hinter das Zahnrad verlegt wurde. Auf diese Weise sind 25 PS-Motoren in Lokomotiven mit 500 bis 600 mm Spur eingebaut worden. Bei 700 mm großen Laufrädern beträgt die Fahrgeschwindigkeit zwischen 6·2 und 15 km und die Stundenzugkraft pro Achse zwischen 450 und 1090 kg. Die Ankerlager haben Ringschmierung, die Vorgelegelager Wolle-Polster-Schmierung. Es werden je nach der Spurweite 5 Typen von Motoren für 110 bis 750 V, bei 50 Per/s, 1250 U. p. min, gebaut, und zwar

Spurweite	450	500	500	550	600
Stundenleistung in PS .	6	10	15	20	25

Wenn der Motor über den Rahmen der Lokomotive hinausragen darf, dann kann die Spurweite noch kleiner gewählt werden. (BBC.-Mitteilg., IV., Nr. 6, 1917.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Betriebsergebnisse von Dampf- und elektrischen Backöfen. O. Hasler. Das Betriebsresultat eines Backofens hängt von der Größe der Backfläche, der Quantität des täglich hergestellten Gebäckes, von der Größe der Brotlaibe und dem prozentualen Wassergehalt des Teiges ab. Bei Wirtschaftlichkeitsversuchen zwischen verschiedenen Backofensystemen müssen also während der Versuchsdauer das Brotquantum, die Größe der Laibe und die Teigart die gleichen sein, wenn die Resultate vergleichbar sein sollen. Es sind daher bei den nachstehend beschriebenen Versuchen 2 kg-Laibe aus festem Zürcher-Teig gebacken worden.

	Kohle in kg pro 1 kg Brot	WE pro 1 kg Brot
1. Dampfbackofen mit Auszugsvorrichtung	0·212	1060
2. Einschieß-Dampfbackofen	0·191	955
	kWh pro 1 kg Brot	WE pro 1 kg Brot
3. Elektrischer Auszugsbackofen ohne Wärmespeicher	0·393	322
4. Elektrischer Einschieß-Ofen mit Wärmespeicher	0·417	359

Alle 4 Öfen waren 2-etagig, die Versuchsdauer war bei den ersten 3 Öfen 6 Tage, beim letzten Ofen 4 h. Der elektrische Ofen Nr. 3 hatte 90 kW-Heizkörper, der Ofen Nr. 4 nur 50 kW Anschlußwert. Von den beim letzten Ofen für 722 kg Brot verbrauchten 301 kWh entfielen 100 kWh auf das Anheizen des Ofens. Bei längerer Versuchsdauer hätten sich bei diesem Ofen günstigere Resultate ergeben; der Stromverbrauch wäre dann 0·347 kWh, der Wärmeverbrauch 298 WE pro 1 kg Brot gewesen. Der indirekt geheizte elektrische Backofen mit Wärmeakkumulierung steht demnach dem direkt geheizten System mit frei im Backraum liegenden Heizkörpern ohne Wärmespeicherung nicht nach; der Verbrauch ist bei beiden im Mittel 350 W pro kg Brot bezw. 300 WE gegenüber 0·2 kg Brennmaterial und 1000 WE pro kg beim Dampfbackofen mit Kohlenfeuerung. Der thermische Wirkungsgrad des Dampfbackofens ist also höchstens 30%, der des älteren Backofens natürlich noch geringer. Wenn die Werke für die Zwecke des Brotbackens zur Nachtzeit den Strom zu 2½ bis 3 Rp/kWh abgeben, so können die Kosten für die Herstellung des Brotes stark herabgesetzt werden. (Schweiz. Wasserwirtsch., 10. Nr. 3/4, 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Luftelektrische Messungen auf Teneriffa. W. Buchheim und H. Dember, Dresden. Aus gleichzeitigen Beobachtungen der ultravioletten Sonnenstrahlung und der Ionenzahlen ergab sich, daß auf Hochgebirgsgipfeln, wo der Einfluß des Erdbodens ein geringerer und die Sonnenstrahlung eine stärkere ist, ein deutlicher Parallelismus zwischen Sonnenstrahlung und Ionisation vorhanden ist. Der Umstand, daß hiebei das Maximum der Ionenzahl hinter dem Maximum der Sonnenstrahlung zeitlich zurückbleibt, bestätigt die aus Versuchen gezogenen Schlüsse von Lenard, Ramsauer und Richarz, denen zufolge ein wesentlicher Teil der vom Licht erzeugten Ionen durch Luftströmungen und vom vertikalen Leitungsstrom aus höheren atmosphärischen Schichten dem Beobachtungsort zugeführt wird. Die Deutung der Versuche wird dadurch erschwert, daß auch ein Einfluß der Luftfeuchtigkeit bestehen kann. Zunehmende Trockenheit ist (auch in geringer Höhe) meist von einem Anwachsen, zunehmende Feuchtigkeit von einem Absinken der Ionenzahlen begleitet. Die Ursache liegt in der Anlagerung, insbesondere der leicht beweglichen negativen Träger an Wasserdampfmoleküle, so daß die dadurch schwer beweglich gewordenen Ionen der Messung entgehen und keinen Einfluß auf die Leitfähigkeit ausüben. Da das Minimum der Feuchtigkeit ebenfalls auf den Mittag fällt, so kann sich ihr Gang leicht in dem der Ionisation wiederspiegeln. Um zu entscheiden, ob die Feuchtigkeit als maßgebender Faktor zu betrachten ist, müssen atmosphärische Umstände gewählt werden, die durch niedrige Luftfeuchtigkeit an sich und geringe Schwankungen dieser ausgezeichnet sind. Während des Aufenthaltes auf dem Pik von Teneriffa vom 12. August bis 9. September 1914 waren solche Verhältnisse gegeben. Die dort ausgeführten Versuche zeigten, daß analog früheren Feststellungen in den Hochalpen die positive Ionisation in der Atmosphäre über dem Pik von Teneriffa 2 bis 3 Stunden nach dem höchsten Stand der Sonne ein Maximum hat. Der Vergleich des Ganges dieser Ionisation mit dem der Feuchtigkeit zeigt deutlich, daß diese nicht die Ursache der Erscheinung sein kann, so daß, wenn nicht ein unbekannter Ionisator mit ins Spiel kommt, das ultraviolette Licht als Ursache gelten muß. Die Kenntnis des Ionisators der oberen Luftschichten ist auch von Wichtigkeit für die Reichweitenänderungen und Reflexionen der Hertzschen Wellen in der Funkentelegraphie*). Es wurden auch die den Blaslöchern des Kraters auf dem Pik entströmenden Gase auf ihren Ionengehalt untersucht. Diese Blaslöcher sind wasserdampffrei und die Gase zeigen einen Ionengehalt, der den der Atmosphäre um das Zehnfache übertrifft. Diese starke Ionisation kann außer durch radioaktive Vorgänge auch noch auf andere Weise entstanden gedacht werden. Die vulkanische Tätigkeit des Pikgebietes ist keineswegs erloschen, so daß man annehmen kann, daß in nicht allzugroßer Tiefe glühende Gesteinsmassen vorhanden sind. Diese müssen nun, wie eine riesige Wehneltkathode wirkend, spontan ständig Ionen erzeugen, die von den ausströmenden Gasen an die Oberfläche gebracht werden.

(Ann. d. Phys. 53, 138, 1917.)

Strahlungslehre.

Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen. L. Knüpferle und J. E. Lilienfeld. Die vorliegende Schrift enthält die Resultate von Versuchen der Verfasser, die in vieler Beziehung Neues bieten und wertvolle Anregungen geben. Es handelt sich um Untersuchungen über die Strahlenzusammensetzung der von einer Lilienfeldröhre**) ausgesandten Röntgenstrahlung. Die von den Verfassern benutzte

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 522.

**) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 338, 618.

Digitized by Google

Meßanordnung sucht in ihrem Aufbau alle Fehlerquellen, die gerade bei Messungen an Röntgenstrahlen sehr zahlreich sind und in die Meßresultate die größte Verwirrung bringen, zu vermeiden. Die größten Fehler bedingt das Auftreten der sekundären und der gestreuten Röntgenstrahlung, die überall dort entstehen, wo primäre Röntgenstrahlen auftreffen und die dann in der Meßanordnung mitgemessen werden. Um diese Strahlen möglichst auszuschließen, werden die zu den Absorptionsmessungen nötigen Filter dicht an die Röntgenröhre gesetzt und die zur Messung benutzte Ionisationskammer in so großer Entfernung aufgestellt, daß die (sehr weichen) sekundären und gestreuten Strahlen von der dazwischenliegenden Luftstrecke absorbiert werden. Zwischen Ionisationskammer und Röntgenröhre befindet sich ferner zur Führung des Röntgenstrahles ein langes mit einer ganzen Reihe von Blenden versehenes Bleirohr, welches alle Streustrahlen auffängt. Vor der in einem Bleikasten aufgestellten Ionisationskammer sind ferner noch zwei enge Bleiblenden aufgestellt, die einen ganz schmalen Röntgenstrahl ausblenden und ihn in den Ionisationsmeßraum eintreten lassen. Nur bei dem Auftreffen auf die Wandung am äußeren Ende des Ionisationsraumes ist eine Möglichkeit des Auftretens störender Sekundär- oder Streustrahlen vorhanden, die aber infolge des geringen Querschnittes des auftreffenden Röntgenstrahles zu vernachlässigen sind. Der Ionisationsstrom wird in bekannter Weise mit einem Elektrometer gemessen uud die Geschwindigkeit der Elektrometerbewegung gibt ein Maß für die Intensität der Strahlung. Mit dieser Meßanordnung wurden die Strahlungen einiger Lilienfeldröhren untersucht, und zwar in der Weise, daß in den Strahlengang Aluminiumfilter verschiedener Dicke eingeschaltet wurden und jedesmal die von den übrigbleibenden Röntgenstrahlen erzeugte Ionisation gemessen wurde. Bei der graphischen Eintragung der erhaltenen Werte erhielt man für eine homogene Strahlung dann gerade Linien, wenn man als Abszissen die Dicke des Aluminiumfilters aufträgt. Ist die Röntgenstrahlung nicht homogen, so ergeben sich gekrümmte Kurven. Bei dieser Art der graphischen Analyse läßt sich für jeden Fall bestimmen, von welcher Filterdicke an die Strahlung so gut wie homogen wird. Diese Filterdicke wird als Homogenitätspunkt bezeichnet. Aus der Kurve läßt sich ferner ohne weiteres die Härte der Strahlung bestimmen, insofern als die Größe der Neigung der Geraden jenseits des Homogenitätspunktes direkt die Härte anzeigt. Die Kurven ergeben, daß die Strahlung der Lilienfeldröhre schon nach einer Filterung von 1·5 mm Aluminium homogen ist und daß die übrigbleibende Reststrahlung Härtegrade bis zu 12 mm Halbwertschicht aufweist. Es ergibt sich ferner, daß im Homogenitätspunkt noch 70 bis 80% der ursprünglichen Strahlung vorhanden ist, so daß die Ökonomie der Filterung eine recht gute ist. Die extrem harte Röntgenstrahlung der Lilienfeldröhre läßt sich sowohl mit dem Induktor wie mit dem Gleichrichter erzeugen.

Die weiteren Untersuchungen hatten das neue Ergebnis, daß die Beschaffenheit des Brennfleckes auf der Antikathode einen sehr starken Einfluß auf die Härte der Röntgenstrahlung ausübt, und zwar in dem Sinne, daß die Härte zunimmt, wenn der Brennfleck möglichst klein und scharf ist und daß die Homogenität umso besser wird, wenn der Brennfleck möglichst homogen mit Kathodenstrahlen belegt ist. Darin liegt eine neue physikalische Erkenntnis, die auch die Tatsachen aufklärt, daß bei den gewöhnlichen Röntgenröhren, bei denen auf eine gleichmäßige Belegung des Brennfleckes nicht acht gegeben ist, auch bei Verwendung von stehendem Gleichstrom eine sehr inhomogene Röntgenstrahlung erzeugt wird.

Bei einem Vergleich verschiedener Metalle (Aluminium, Kupfer, Zink) als Filtersubstanz ergab sich, daß sich für eine Strahlenhärte von 7·2 mm Halbwertschicht Filterdicken von 1·5 mm Aluminium, 0·04 mm Kupfer und 0·14 mm Zink entsprechen. Da bei Kupfer und Zink schädliche Eigenstrahlungen auftreten, ist die Filterung mit Aluminium vorzuziehen. Messungen an der Coolidgeröhre*) hatten das Resultat, daß die von ihr erzeugte Strahlung sehr komplex ist.

Die Lilienfeldröhre gibt nach der Meinung der Verfasser zum erstenmal die Möglichkeit, in jedem Falle eine praktische therapeutische Anwendung der Röntgenstrahlen mit homogenen Strahlungen von bestimmter, gleichbleibender und einstellbarer Härte und Intensität durchzuführen. Dabei wird unter homogener Strahlung nicht die Strahlung einer einzigen Wellenlänge, sondern eine solche Strahlung verstanden, deren Komponenten so wenig voneinander abweichende Halbwertschichten besitzen, daß der Unterschiede der Halbwertschichten dieser Komponenten bei den physiologischen Wirkungen der Strahlen vernachlässigt werden kann. Das kommt physikalisch darauf hinaus, daß diese Strahlung in einem nicht selektiv absorbierenden Medium eine gleiche Schwächung wie eine Strahlung einer einzigen Wellenlänge erfährt, daß sie also exponentiell absorbiert wird.

Die Verfasser weisen kurz darauf hin, wodurch bei der Lilienfeldröhre die Homogenität und die große Härte der Strahlung erreicht ist. Auch die Lilienfeldröhre besitzt nach diesen Ausführungen eine Durchbruchsspannung, nach deren Überwindung bei den alten Röhren sich bei jedem Stoß ein niedriger Spannungswert einstellt. Hier ist aber die Größe der Durchbruchsspannung beliebig einstellbar. Dies geschieht dadurch, daß man die Zündentladung, die die für die Hauptentladung nötigen Elektronen schafft, nur dann bestehen läßt, wenn der Scheitelwert der Hochspannung der Hauptentladung an den Klemmen der Röhre liegt. Dadurch werden nur Röntgenstrahlen erzeugt, deren Härte diesem Scheitelwert der Spannung entspricht. Man kann aber auch die Anordnung so treffen, daß nicht nur der Zündgipfel der Hochspannung, sondern auch beliebige Teile von ihr bei der Erzeugung der Röntgenstrahlen zur Wirkung kommen und kann so mit einen Griff an der Schaltung des Apparates eine beliebige komplexe Strahlung erzeugen. *L.*

(Monogr., Verl. von Speyer u. Kaerner, Freiburg i. B., 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 338; 522

Chronik.

Ein Elektrizitätsgesetz in Ungarn. Bekanntlich sind derzeit in Ungarn ausschließlich die Gemeinden berechtigt, zum Bau von Elektrizitätszentralen die Konzession zu erteilen. Die Errichtung eines Elektrizitätswerkes, dessen Wirkungskreis auf viele Gemeinden sich ausdehnt, leidet zumeist dadurch Schiffbruch, daß es nicht möglich ist, die auseinandergehenden Interessen der verschiedenen Gemeinden zu vereinheitlichen. Die Gemeinden verfügen in den seltensten Fällen über jene fachmännischen Kräfte, welche geeignet sind, die mit der Errichtung von Elektrizitätswerken verbundenen Verhandlungen zu führen. Zahllose schlecht gehende, auf unrichtigen Grundlagen aufgebaute Gemeinde-Elektrizitätswerke in Ungarn geben hievon Zeugnis. Die Gemeindepolitik bringt es mit sich, daß eine große Zahl nicht lebensfähiger Zwerganlagen entstanden ist.

In Erkenntnis dieser Sachlage haben bereits vor 8 Jahren der Ungarische Elektrotechnische Verein und der Ungarische Ingenieur- und Architekten-Verein in einer Eingabe an den kgl. ungar. Handelsminister die Vorbereitung eines Gesetzentwurfes angeregt, indem sie darauf hinwiesen, daß, insolange die mit der Elektrizitätsverwertung in Verbindung stehenden Rechtsverhältnisse nicht geregelt sind, große, ausgedehnte Gebiete versorgende Zentralen nicht entstehen bezw. nicht gedeihen können. Die kriegerischen Verhältnisse, insbesondere jedoch der Mangel an Kohle und die Transportschwierigkeiten haben nunmehr selbst jene Kreise, welche der elektrotechnischen Industrie fernestehen, von der enormen wirtschaftlichen Bedeutung der elektrischen Energieverteilung überzeugt und daher die Frage der Elektrizitätsgesetzgebung zur Reife gebracht.

Nunmehr ist — wie uns mitgeteilt wird — in Ungarn der erste Schritt zur Fertigstellung eines Elektrizitätsgesetzes unternommen worden. Der kgl. ungar. Handelsminister verständigte kürzlich den Ungarischen Elektrotechnischen Verein, daß er den Herren Ing. Leopold Stark, Generaldirektor der hauptstädtischen Elektrizitätswerke, Ing. Daniel Jakobovits, Generalsekretär des Ungarischen Elektrotechnischen Vereines und dem Advokaten Dr. Géza Vikár, Rechtsanwalt des Ungarischen Elektrotechnischen Vereines, den Auftrag erteilt hat, einen Gesetzentwurf auszuarbeiten, welcher die Rechtsverhältnisse, die in Verbindung mit der Stromerzeugung, -verteilung und -verwertung stehen, zu regeln bestimmt sein soll. Zu gleicher Zeit wurden die Genannten ersucht, dem Minister ein Arbeitsprogramm zu unterbreiten, welches alle seitens der Regierung erforderlichen Verfügungen zu enthalten hätte, die die Verbreitung der elektrischen Energie in immer weitere Kreise zu bringen geeignet sind. Durch den oberwähnten Schritt des Ministers wurde die Elektrizitätsgesetzgebung in Ungarn nunmehr um einen mächtigen Schritt weiter gebracht.

Digitized by Google

Es ist mit Genugtuung festzustellen, daß mit diesem Auftrag in der Praxis erprobte Fachmänner betraut wurden, deren bisherige Tätigkeit jede Gewähr dafür bietet, daß der von ihnen auszuarbeitende Entwurf den Anforderungen der Praxis nach jeder Richtung hin entsprechen wird.

Literatur-Bericht.

Das Reichs-Elektrizitätsmonopol. Ein Beitrag zur Frage der staatlichen Elektrizitäts-Großwirtschaft. Von Dr. phil. Richard Hartmann, Berlin 1917, Verlag von Julius Springer Preis, Mk. 3·60.

Die schon so vielfach erörterte Frage der zukünftigen Gestaltung der Elektrizitätswirtschaft in Deutschland und deren Nutzanwendung für den Staat bildet den Inhalt dieser Abhandlung. Sie geht von der Notwendigkeit aus, dem Reiche neue ausgiebige Einnahmsquellen zu erschließen, um die durch den Weltkrieg ungeheuer gewachsenen Staatsschulden zu verzinsen und allmählich zu tilgen. Ein erheblicher Teil der hiefür erforderlichen Mittel wird durch die Schaffung von Staatsmonopolen aufgebracht werden müssen und der Verfasser ist der Anschauung, daß auch bei der Elektrizitätswirtschaft, soweit sie die Stromerzeugung umfaßt, die Bedingungen für ein Elektrizitätsmonopol vorhanden sind, also diese in die zukünftigen Monopolpläne einbezogen werden soll.

Nachdem zunächst im ersten Abschnitt die bisherigen Veröffentlichungen über die Frage des Elektrizitätsmonopols besprochen, im zweiten Abschnitt die Entwicklung und der gegenwärtige Stand der Elektrizitätserzeugung und -versorgung in Deutschland geschildert und in einem weiteren Abschnitt die bisherige Stellung des Reiches und der einzelnen Bundesstaaten zur Elektrifizierungsfrage in ausführlicher Weise auf Grund amtlicher Daten erläutert worden ist, kommt Hartmann erst im letzten Drittel seiner Schrift wieder auf das Reichselektrizitätsmonopol, worunter er lediglich ein Monopol der Erzeugung der elektrischen Arbeit und deren Übertragung in den Hochspannungsleitungen versteht, zu sprechen. Er erörtert eingehend die Vorteile des Elektrizitätsmonopols vom volkswirtschaftlichen und sozialpolitischen Standpunkt und sucht die Einwände der Monopolgegner zu entkräften. Vom politischen Standpunkt hebt der Verfasser besonders den Machtzuwachs durch die Monopolwirtschaft hervor, die eine Stärkung des Reichsgedankens zur Folge haben würde. Bei der weiteren Besprechung der finanziellen Tragweite des Elektrizitätsmonopols bringt Hartmann die Ergebnisse der Rechnungen, welche Siegel und Klingenberg hierüber angestellt haben. In der weiteren Verfolgung des Rechnungsverfahrens des letzteren kommt der Verfasser insoferne zu einem viel günstigeren Resultate für das Jahr 1926, indem er nicht, wie Klingenberg*), den jährlichen Verbrauchszuwachs mit 20% vom Verbrauche des Jahres 1913 bemißt, sondern jeweilig 20% vom Verbrauche des letztvergangenen Jahres zuschlägt. Auf diese Weise erhält Hartmann 34 Milliarden kWh als Gesamtlieferung der Staatswerke und gelangt so zu dem sehr erheblichen Reinüberschuß von 140 Millionen Mark für das Jahr 1926, gegen 60 Millionen Mark, welche Klingenberg erhält. Nach dem weiteren Plane des Verfassers haben für die Kosten dieser staatlichen Elektrifizierung die Bundesstaaten aufzukommen, so zwar, daß jeder Einzelstaat die Kosten für die in seinem Bereiche liegenden Großkraftwerke, Hochspannungsverbindungsleitungen und Haupttransformatorenwerke trägt. Es ist also der obige von Hartmann nach Klingenbergschem Muster berechnete Reinüberschuß eigentlich als ein über die Verzinsung der aufgewendeten Summen sich ergebender Reingewinn der Bundesstaaten anzusehen. Die Verfasser läßt uns, da er weiter nicht mehr von diesem zukünftigen Gewinn spricht, im unklaren darüber, was mit demselben geschehen soll, ob er unter die Bundesstaaten aufgeteilt, oder als Reichseinnahme angesehen werden soll. Nun soll aber durch das Reichs-Elektrizitätsmonopol hauptsächlich eine Reichseinnahme geschaffen werden, so daß das Reich als solches, ohne Inanspruchnahme von Reichsmitteln, auf irgend eine Weise mit dem Unternehmen in Verbindung gebracht werden muß. Hartmann tut dies durch die Annahme, daß das Reich den von den einzelnen Großkraftwerken in das gemeinsame Reichsnetz gelieferten Strom um einen bestimmten Preis übernimmt (2 Pfg./kWh) und ihn in den Haupttransformatorenwerken mit einem gewissen Gewinn (durchschnittlich 1 Pfg./kWh) an die Großabnehmer und Verteilungsunternehmungen abgibt. Weist das staatliche Unternehmen nach Annahme des Verfassers anfänglich (1917) eine Nutzabgabe von 3 Milliarden kWh auf, so fällt hiedurch dem Reiche eine Einnahme von 30 Millionen Mark zu. Diese Reichseinnahme ist aber auf keine finanzielle Beteiligung des Reiches an dem Unternehmen gegründet, weshalb sie eigentlich besser als eine auf die aus dem Reichsnetze abgegebenen kWh gelegte Reichssteuer angesprochen werden kann. Da diese anfängliche Einnahme gering ist und dem Reiche schon von Anfang an aus dem staatlichen Unternehmen ein erhebliches Erträgnis zufallen soll, schlägt nun Hartmann eine weitere, recht ausgiebige Reichssteuer auf die nichtstaatliche Elektrizitätswirtschaft (öffentliche Elektrizitätswerke) vor, die gleichzeitig die Anschlußbewegung an das Reichsnetz beschleunigen soll. Sie ist nicht nach der elektrischen Arbeit, sondern nach der Leistung zu bemessen und würde diese eigentlich zweimal treffen, da sowohl die Maschinenleistung der nichtstaatlichen Erzeugungsstätten (20 Mk./kW jährlich), als auch die gesamte Anschlußnutzleistung derselben (10Mk./kW bei Motoren und rund Mk. 1 pro Glühlampe jährlich) der Besteuerung unterworfen werden soll. Auf diese Weise erhält der Verfasser für das Jahr 1917 den sehr ansehnlichen Betrag von rund 528 Millionen Mark als Erträgnis dieser Steuer. Wenn man noch die mittlerweile in Deutschland eingeführte Kohlensteuer, welche die Kohlen-Kraftwerke weiter belastet, und die Leuchtmittelsteuer bei der elektrischen Beleuchtung berücksichtigt, dann liegt wohl die Vermutung nahe, daß auch die eifrigsten Anhänger eines Elektrizitätsmonopols einem Plane ihre Zustimmung versagen dürften, bei welchem das Monopol mit einem so gewaltigen Anziehen der Steuerschraube verknüpft werden soll. Die vorliegende Abhandlung entkräftet nicht die bereits des öfteren durch vorsichtige Rechnungen in Veröffentlichungen festgestellte Tatsache, daß bei einem Elektrizitätsmonopol, welches sich nur auf die Elektrizitätserzeugung beschränkt, auf einen erheblichen Reinüberschuß (ohne Steuern) nicht gerechnet werden kann.

Zickler.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 336.

Vereins-Nachrichten.

Fachgruppe für Elektrotechnik des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien.

Montag den 14. Jänner 1918, abends ½7 Uhr: Vortrag des Herrn Privatdozenten Dr. Ludwig Flamm über: „Die Erfahrungsgrundlagen der Relativitätstheorie."

Unsere Mitglieder sind zu diesem Vortrag eingeladen.

Vereinsversammlungen.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Der Elektrotechnische Verein und der Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie veranstalten gemeinsam einen Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Die Vorträge werden im Festsaale des Niederösterr. Gewerbevereines, Wien I, Eschenbachgasse 11, abgehalten werden. Derzeit steht folgendes Programm fest:

Mittwoch den 23. Jänner, **halb 7 Uhr abends:** Einleitung des Vortragszyklus durch Herrn Hofrat Prof. Karl Hochenegg; sodann Vortrag des Herrn Dr. Ing. E. E. Seefehlner über „Die elektrische Zugförderung auf der Puget-Sound-Strecke der Chicago-Milwaukee-St. Paul-Bahn als Anregung und Vorbild für den elektrischen Betrieb auf den österreichischen Gebirgsbahnen".

Mittwoch den 6. Februar, **halb 7 Uhr abends:** Vortrag des Herrn Ingenieur P. Poschenrieder: „Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen."

Das weitere Vortragsprogramm wird rechtzeitig bekanntgegeben werden.

Die Vereinsleitung.

Personalnachrichten.

Der Sekretär des Elektrotechnischen Vereines, Ing. A. Marx, wurde zum k. k. Staatsbahnrat ernannt.

Unserem Mitarbeiter, Dr. techn. Rudolf Vondráček, Privatdozenten an der Böhmischen Franz Josephs-Technischen Hochschule in Brünn, wurde der Titel eines außerordentlichen Professors an dieser Hochschule verliehen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
20. Jänner 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 3.
36. Jahrgang.

INHALT:

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Elektrotechnischen Vereines in Wien 13

Zur Theorie der doppeltverketteten Streuung bei Drehstrom-Induktionsmotoren. Von Dr. techn. K. Sachs 14

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft 18

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 22

Vereinsnachrichten 23

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

7. und 8. Anhang.

Über Beschluß des Regulativkomitees unseres Vereines (Obmann Herr Hofrat Prof. Hochenegg) wurde — wie aus der Veröffentlichung in den Heften 33 und 36, Jahrgang 1917, bekannt ist — zu den „Sicherheitsvorschriften" ein 7. Anhang betreffend Kriegsbleikabel und deren Spannungs- und Isolationsprobe und ein 8. Anhang betreffend die Wahl geringerer Querschnitt bei blank geführten Freileitungen, bezw. die Erhöhung der zulässigen feuersicheren Stromstärke bei solchen Freileitungen herausgegeben.

Nunmehr ist die behördliche Anerkennung dieses 7. und 8. Anhanges zu den „Sicherheitsvorschriften" erfolgt; wir bringen nachstehend die bezügliche Zuschrift des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten an den Elektrotechnischen Verein, sowie den an sämtliche politische Landesbehörden ergangenen Runderlaß über die Anerkennung der neuen Vorschriften zur Veröffentlichung.

Die Vereinsleitung.

K. k. Ministerium
für öffentliche Arbeiten.
Z. 140.052-El. Wien, am 30. Dezember 1917.

An den

geehrten Elektrotechnischen Verein in Wien.

Mit Beziehung auf die Eingabe des verehrlichen Vereines vom 18. September 1917 wird angeschlossen eine Abschrift des unter einem an sämtliche politischen Landesbehörden ergehenden Runderlasses über die Anerkennung des 7. und 8. Anhanges zu den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" übermittelt, betreffend Kriegsbleikabel und deren Spannungs- und Isolationsprobe sowie die Wahl geringerer Querschnitte und die Erhöhung der zulässigen feuersicheren Stromstärke bei blank geführten Freileitungen.

Der k. k. Minister:
Homann m. p.

K. k. Ministerium
für öffentliche Arbeiten.
Z. 140 052-El. Wien, am 30. Dezember 1917.

Ergänzung der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen 7. und 8. Anhang.

An sämtliche politischen Landesbehörden

Da die Beschaffung der für die Herstellung der elektrischen Schichten von Bleikabeln erforderlichen Rohstoffe unter den gegenwärtigen Verhältnissen großen Schwierigkeiten begegnet und deshalb in vielen Fällen zur Verwendung von minderwertigen Ersatzstoffen zwingt, hat sich die Notwendigkeit ergeben, auch die in den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" enthaltenen Bestimmungen über die Spannungs- und Isolationsprobe für Bleikabel entsprechend herabzusetzen. Der Elektrotechnische Verein in Wien hat diesem Bedürfnisse über Anregung der österreichischen Kabelfabriken durch die Herausgabe eines 7. Anhanges zu den „Sicherheitsvorschriften" Rechnung getragen, worin für die auf Kriegsdauer und eine angemessene Zeit nachher bis auf Widerruf zuzulassenden Bleikabel mit verminderten elektrischen Eigenschaften, sogenannten „Kriegsbleikabel", geänderte Vorschriften enthalten sind.

Um ferner bei der Herstellung blank geführter Freileitungen den Materialaufwand aus Gründen der Sparsamkeit auf ein zulässiges Mindestmaß herabzusetzen, hat der genannte Verein, einer von der „Elektrotechnischen Kommission des k. k. Handelsministeriums" erhaltenen Anregung folgend in einem 8. Anhange zu den von ihm herausgegebenen „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" Bestimmungen getroffen, die die Wahl geringerer Querschnitte und die Erhöhung der zulässigen feuersicheren Stromstärke bei blank geführten Freileitungen sowie eine geringere Bemessung der über den Freileitungsgetängen geführten Blitzschutzdrähte und deren zu den Erdplatten führenden Ableitungen betreffen.

Das Ministerium für öffentliche Arbeiten hat im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern, dem k. k. Handelsministerium und dem k. k. Eisenbahnministerium die in diesen beiden Anhängen enthaltenen Ergänzungen und Änderungen der „Sicherheitsvorschriften" mit der Einschränkung genehmigend zur Kenntnis genommen, daß die im Punkt 1. des 8. Anhanges vorgesehene schwächere Bemessung der Erdleitungsdrähte bei Leitungskreuzungen und bei nahen Parallelführungen mit Dampfbahnen wegen des schädlichen Einflusses der Rauchgase auf Eisendrähte nicht zulässig ist.

Bei Amtshandlungen über elektrische Starkstromanlagen wird sonach gegebenenfalls auf die in den Anhängen 7 und 8 enthaltenen Ergänzungen und Abänderungen der durch den h. ä. Runderlaß vom 29. Oktober 1909, Zahl 12/2-XXII/08, in technischer Hinsicht als maßgebend erklärten „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" Bedacht zu nehmen sein. Um erforderlichenfalls nach Wiedereintritt normaler Verhältnisse den Ersatz der jetzt zugelassenen minderwertigen Bleikabel durch vollwertige, bezw. die Auswechslung der geringer bemessenen Freileitungsteile veranlassen zu können, haben die politischen Behörden die nach den gegenständlichen Sondervorschriften hergestellten elektrischen Leitungen besonders in Evidenz zu nehmen.

Sonderabdrücke des 7. und 8. Anhanges sind beim Elektrotechnischen Verein in Wien, VI. Theobaldgasse 12, zum Preise von zusammen 20 h einschließlich Porto erhältlich. Außerdem werden beide Anhänge in der nächsten Zeit im Verordnungsblatte des k. k. Ministeriums des Innern, sowie in der „Österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst" zum Abdrucke gelangen.

Hievon sind die unterstehenden politischen Behörden umgehend in Kenntnis zu setzen

Der Minister:
Homann m. p.

Digitized by Google

Zur Theorie der doppeltverketteten Streuung bei Drehstrom-Induktionsmotoren.

Von Dr. techn. **K. Sachs**, Baden (Schweiz).

Bei der großen Zahl der über diesen Gegenstand erschienenen Veröffentlichungen*), die ohne Anspruch auf Vollständigkeit unten angeführt sind und die die Erscheinungen der Oberfeld- oder doppeltverketteten Streuung wenn auch in verschiedener Weise qualitativ wie quantitativ mit eindeutiger Klarheit beschreiben, möchte es fast überflüssig erscheinen, nochmals auf die Sache einzugehen. Wenn es in vorliegender Arbeit doch geschieht, so war hiefür lediglich die Beobachtung bestimmend, daß selbst erfahrene Rechner in der Praxis die Ergebnisse der erwähnten Arbeiten sich bis heute nicht zu Eigen gemacht haben und den Einfluß der von den Oberfeldern herrührenden Reaktanz durch einen je nach dem Verhältnis der Lochzahlen im primären und sekundären Teil mehr oder weniger großen rein empirischen Zuschlag zur Nuten- und Wickelkopfreaktanz berücksichtigen. Hieran mag in erster Linie der Umstand schuldtragend sein, daß das Problem an sich der physikalischen Vorstellung nicht gerade sehr zugänglich ist, wenn sich auch die Verhältnisse namentlich auf Grund der zuerst von Niethammer und Siegel vertretenen Anschauung von der Gleichheit der primären und sekundären Amperewindungs-Grundwellen und der dadurch bedingten Rechnungsweise der Reihenentwicklung der Amperewindungskurven erheblich einfacher überblicken lassen. Immerhin aber setzen gerade die Niethammerschen Arbeiten mathematische Spezialkenntnisse auf dem Gebiete der Reihentheorie voraus, wie sie bei dem in der Praxis stehenden Ingenieur in der Regel nicht vorhanden sind.

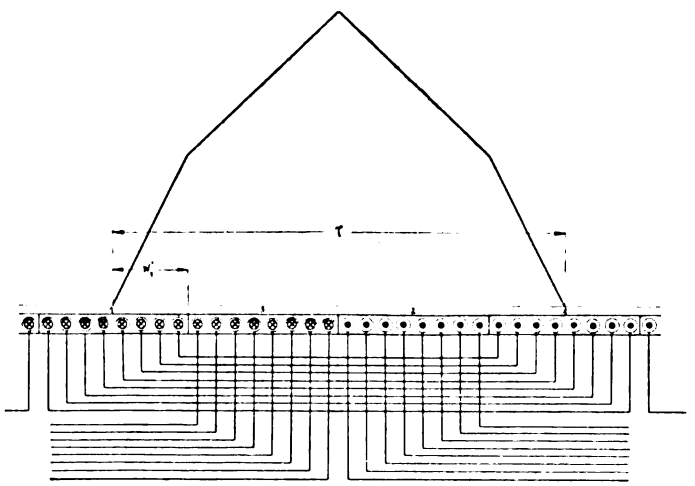


Abb. 1.

In vorliegender Arbeit soll nun mit relativ einfachen mathematischen Hilfsmitteln in Anlehnung an eine frühere Veröffentlichung**) die doppeltverkettete Streuung bzw. die Oberfeldreaktanz aus dem im Kurzschluß noch vorhandenen Rest- oder Differenzfeld entwickelt werden. Da es sich nur um Festlegung des allgemein gültigen Rechnungsganges handelt, soll auf Spezialfälle nicht eingegangen werden. Die Untersuchung kann um so eher auf den dreiphasigen Ständer mit dreiphasigem Läufer beschränkt werden, deren Wicklungen je $^1/_3$ der Polteilung bedecken, als die ermittelten Koeffizienten mit den von den früher erwähnten Autoren gefundenen Zahlenwerten praktisch völlig übereinstimmen.

Betrachten wir eine von Dreiphasenstrom durchflossene Wicklung eines dreiphasigen Induktionsmotors, die allgemein als verteilte Wicklung vorausgesetzt sei, etwa in dem Zeitmoment, in dem der Strom einer Phase (Phase 1 in Abb. 1) gerade im Maximum ist, während die beiden übrigen Phasen einen Strom halber Amplitude führen, so läßt sich annehmen, daß das in dem betrachteten Zeitmoment vorhandene resultierende Drehfeld, dessen Form Abb. 1 veranschaulicht, durch

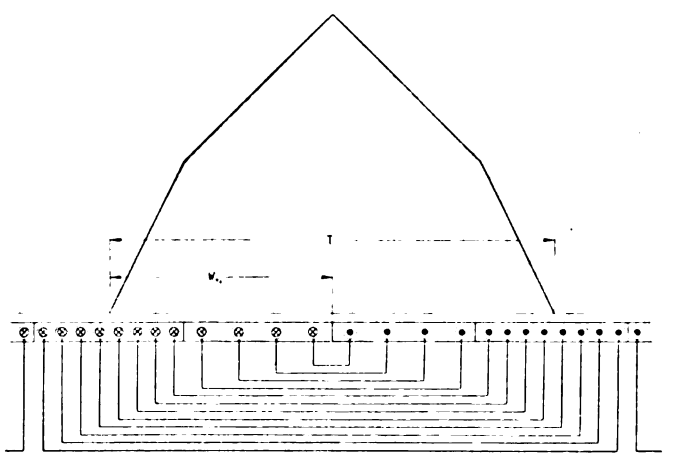


Abb. 2.

eine vom gleichen Strom, wie Phase 1, durchflossene Einphasenwicklung erzeugt wird, deren Windungen über die Polteilung nach Abb. 2 verteilt sind, so zwar, daß ein Drittel der Polteilung ebensoviel Windungen führt, wie die übrigen zwei Drittel oder daß die gegen die „neutrale Zone" zu gelegenen Nuten doppelt so viel Drähte enthalten als die übrigen Nuten. Dieselbe Superposition läßt sich ebenso bei der Läuferwicklung machen. Stehen die Phasen von Ständer und Läufer einander koaxial gegenüber, dann entspricht im selben Zeitmoment dem positiven Maximum von Phase 1 im Ständer das negative Maximum von Phase 1′ im Läufer. Im Kurzschluß bleibt als Differenz der von den beiden einphasigen Ersatzwicklungen fiktiver Windungsverteilung erzeugten Felder ein Restfeld übrig.

Diese Art Einphasenwicklungen mit ungleicher Drahtzahl pro Nut, auf die alle Gesetze des allgemeinen Einphasentransformators ohneweiters übertragbar sind, waren aber schon bei einer früheren Gelegenheit*) Gegenstand eingehender Betrachtung. Wie dort ist die resultierende magnetomotorische Kraft im Kurzschluß an einer beliebigen Stelle x der Polteilung

$$\mathrm{MMK}_x = \frac{4\pi}{10}\left[\left(\frac{w_{x_1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K_1}} - \left(\frac{w_{x_2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K_2}}\right]. \quad 1).$$

Hierin bedeutet aber jetzt w_{x_1}, w_{x_2} die längs x verteilte Windungszahl der Ersatz-Einphasenwicklung im Ständer bezw. Läufer, $w_{01} = \frac{w_I}{p}$, $w_{02} = \frac{w_{II}}{p}$ die Windungszahlen pro Pol dieser Wicklung und p die Polpaarzahl, w_I und w_{II} sind die Windungszahlen pro Phase im Ständer bezw. Läufer, $\overline{J_{K_1}}$, $\overline{J_{K_2}}$ der

*) Rogowski und Simons, E. T. Z. 1908, Heft 22 und 23; E. T. Z 1909. Heft 10, 11; E T. Z 1910, Heft 51, 52. Niethammer und Siegel, E. u. M. 1911, Seite 635. Meyer-Wülfing, Arch. f. El. 1912, Seite 363.

**) Dr. K. Sachs, „Über einphasige Spulenwicklungen mit ungleicher Drahtzahl pro Nut", E. u. M. 1915, Seite 517 ff.

*) a. a. O.

Digitized by Google

zeitliche Maximalwert des die gedachten Einphasenwicklungen durchfließenden Stromes gleichzeitig die Amplitude des primären bezw. sekundären Kurzschlußstromes pro Phase.

Dann ist die auf die Länge dx entfallende Linienzahl

$$d\Phi_x = \frac{4\pi}{10}\left[\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K1}} - \left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K2}}\right] 2\,\frac{l}{\delta'}\,dx \quad 2),$$

wenn l die Maschinenlänge und δ' der nach der Carterschen Formel*) zu ermittelnde reduzierte Luftspalt ist.

Die Summe der Kraftflußverkettungen des Differenzfeldes mit den Windungen einer Phase der Primärwicklung ist dann

$$\Sigma\, d\Phi_x\, w_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l}{\delta'}\,2\left[\int_0^{\tau/2}\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\,\frac{w_{1x}'}{w_1'}\right) w_{01}\, w_1'\, dx\,.\,\overline{J_{K1}} - \int_0^{\tau/2}\left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\,\frac{w_{1x}'}{w_1'}\right) w_{02}\, w_1'\, dx\,.\,\overline{J_{K2}}\right]$$

oder mit Benutzung der Gleichungen 22), 23) und 32) in dem vorerwähnten Aufsatz

$$= \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\tau}{\delta'}\left[\alpha_{i1} f_{w1}\overline{J_{K1}}\, w_{01}\, w_1' - \alpha_{i2} f_{w21}\overline{J_{K2}}\, w_{02}\, w_1'\right] \quad 3),$$

wobei (siehe Abb. 1) $w_1' = \frac{w_1}{2p}$. α_{i1} und α_{i2} sind die Füllfaktoren des primären bezw. sekundären Drehfeldes, f_{w1} der Wickel- bezw. Verkettungsfaktor des primären Drehfeldes, f_{w21} der des sekundären Drehfeldes mit den Windungen einer Phase der Primärwicklung. Nun ist das Übersetzungsverhältnis des allgemeinen Einphasentransformators

$$\frac{\overline{J_{K1}}}{\overline{J_{K2}}} = \frac{w_{02} f_{w2}'}{w_{01} f_{w21}'} \quad \ldots\ldots \quad 4)^{**})$$

wenn f_{w21}', f_{w2}' die Verkettungsfaktoren des sekundären Drehfeldes mit der gedachten primären bezw. sekundären Einphasenwicklung bedeuten. Gleichung 4) in Gleichung 3) eingesetzt, ergibt dann nach einiger Umformung

$$\Sigma\, d\Phi_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\tau}{\delta'}\,\overline{J_{K1}}\, w_{01}\, w_1'\,\frac{\alpha_{i1} f_{w1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w21} f_{w21}'}{f_{w2}'} \quad 5).$$

Ferner ist

$$\Phi_d = \int d\Phi_x = \frac{4\pi}{10}\,2\,\frac{l}{\delta'}\int_0^{\tau/2}\left[\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K1}} - \left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K2}}\right] dx = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\tau}{\delta'}\left(\alpha_{i1} w_{01}\overline{J_{K1}} - \alpha_{i2} w_{02}\overline{J_{K2}}\right) \quad 6)$$

und

$$w_1'\,\Phi_d = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\tau}{\delta'}\, w_1'\left(\alpha_{i1} w_{01}\overline{J_{K1}} - \alpha_{i2} w_{02}\overline{J_{K2}}\right)$$

oder mit Benutzung von Gleichung 4)

$$w_1'\,\Phi_d = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\tau}{\delta'}\, w_1' w_{01}\overline{J_{K1}}\,\frac{\alpha_{i2} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w21}'}{f_{w2}'} \quad 7).$$

Gleichung 5) durch Gleichung 7) dividiert, gibt den Verkettungsfaktor des Differenzfeldes mit den Windungen einer Phase der Primärwicklung. Es ist

$$f_{d1} = \frac{\Sigma\, d\Phi_x\, w_{1x}'}{\Phi_d\, w_1'} = \frac{\alpha_{i1} f_{w1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w21} f_{w21}'}{\alpha_{i1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w21}'} \quad 8)$$

und damit die vom Differenzfeld in der Primärwicklung induzierte Spannung, wenn f die Frequenz, J_{K1} den Effektivwert des primären Kurzschlußstromes bedeutet!

$$E_{d1} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}}\, f w_1 f_{d1}\,\Phi_d\,.\,10^{-8} = \frac{8\pi^2}{10}\, f J_{K1}\,\frac{\alpha_{i1} f_{w1} f_{w2}' - \alpha_{i1} f_{w21} f_{w21}'}{f_{w2}'}\,\frac{l\tau}{p\delta'}\, w_1^2\,.\,10^{-8} \quad 9).$$

Ganz analog lassen sich die Gleichungen für die kurzgeschlossene Sekundärwicklung des gedachten Einphasentransformators aufstellen, in der natürlich vom Differenzfeld keine Spannung induziert werden kann, da zwischen der Spannung der gegenseitigen Induktion und der selbstinduzierten Spannung ohnehin bereits Gleichgewicht besteht. Es wäre

$$E_{d2} = \frac{8\pi^2}{10}\, f J_{K1}\,\frac{\alpha_{i1} f_{w12} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w2} f_{w21}'}{f_{w2}'}\,\frac{l\tau}{p\delta'}\,.\,w_{II}^2\,.\,10^{-8} \quad 10).$$

Nun ist wegen des magnetischen Gleichgewichtes

$$\alpha_{i2} f_{w21}' = \alpha_{i1} f_{w12}',$$

ferner

$$\frac{f_{w2}}{f_{w2}'} = \frac{f_{w12}}{f_{w12}'},$$

so daß E_{d2} stets Null sein muß.

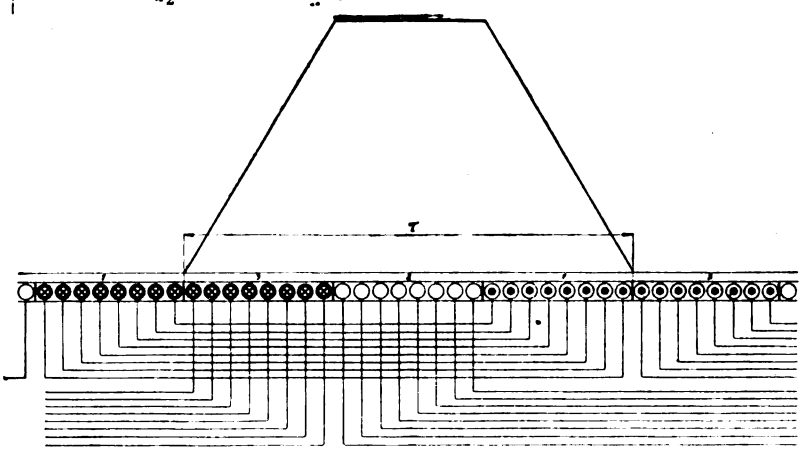


Abb. 3.

Es ist ferner die gesamte Oberfeldreaktanz

$$x_0 = \frac{E_{d1}}{J_{K1}} = \frac{8\pi^2}{10}\,\frac{l\tau}{p\delta'}\, f\,\frac{\alpha_{i1} f_{w1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w21} f_{w21}'}{f_{w2}'}\, w_1^2\,.\,10^{-8} \quad 11).$$

Bezeichnet man die Erregerreaktanz, das ist das Verhältnis der EMK pro Phase im Leerlauf E zum Luftmagnetisierungsstrom $J_{\mu 0}$ mit x_α*), so ist

$$x_\alpha = \frac{E}{J_{\mu 0}} = \frac{8 f m_1 w_1^2 f_1^2 l\tau}{1{\cdot}6\,\pi\, p\,\delta'} \quad \ldots \quad 12)$$

und

$$\sigma_d = \frac{x_0}{x_\alpha} = \frac{\pi^2}{2 m_1}\,\frac{\alpha_{i1} f_{w1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w21} f_{w21}}{f_1^2 f_{w2}'} \quad 13).$$

Hierin bedeutet m die primäre Phasenzahl, f_1 den Verkettungsfaktor des primären Grundfeldes mit den Windungen einer Phase.

Die vorstehenden Gleichungen haben nun nur für den Zeitmoment Geltung, wo der Strom in einer Phase gerade im Maximum, in den beiden andern Phasen hingegen von halber Amplitude ist, diesem Zeitmoment entspricht die spitze Form des resultierenden Drehfeldes.

*) El. World 1901, 2. Teil, Seite 884. Siehe auch Niethammer E. u. M. 1913, Seite 390.

**) Niethammer und Siegel, E. u. M. 1913, Seite 265, f. E. u. M. 1914, Seite 226.

*) Siehe Arnold, Wechselstromtechnik V, 1. Teil, Seite 176 unten.

Digitized by Google

In derselben Weise läßt sich nun — unveränderte Stellung des kurzgeschlossenen Läufers vorausgesetzt — die Rechnung für einen späteren, einer Phasennachstellung von 30° elektr. entsprechenden Zeitmoment durchführen, in dem gerade eine Phase stromlos ist, die beiden andern aber von einem und demselben Strom durchflossen werden, der sich zum Höchstwert wie $\frac{\sqrt{3}}{2}$:1 verhält. Die beiden bei Sternschaltung unmittelbar in Reihe geschalteten stromführenden Phasen (Abb. 3) lassen sich nun wieder zu einer gedachten Einphasenwicklung vereinigen, die zum Unterschied gegenüber früher eine gleichmäßige Verteilung aufweist (Abb. 4). Es ist jetzt die magnetomotorische Kraft an der Stelle x

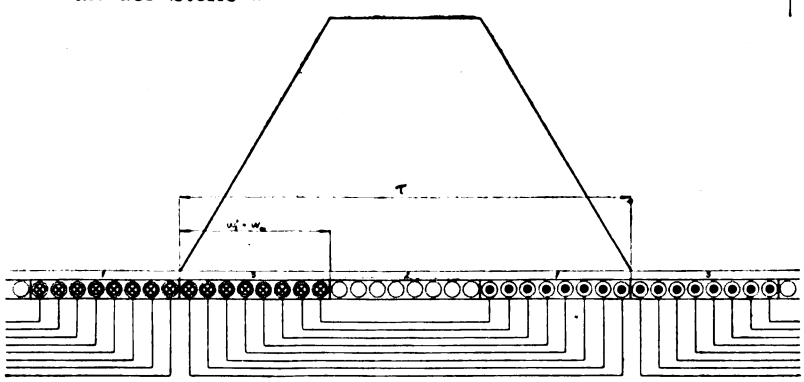


Abb. 4.

$$MMK_x = \frac{4\pi}{10}\left[\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K1}}\frac{\sqrt{3}}{2} - \left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K2}}\frac{\sqrt{3}}{2}\right] \quad . \quad 14),$$

ferner

$$d\Phi_x = \frac{4\pi}{10}\left[\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K1}}\frac{\sqrt{3}}{2} - \left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K2}}\frac{\sqrt{3}}{2}\right] 2\frac{l}{\delta'} . dx \quad . \quad 15)$$

und

$$\Sigma d\Phi_x w_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\frac{l}{\delta'} 2\left[\int_0^{\tau/2}\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\frac{w_{1x}'}{w_1'}\right) w_{01} w_1' dx \times \frac{\sqrt{3}}{2}\overline{J_{K1}} - \int_0^{\tau/2}\left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\frac{w_{1x}'}{w_1'}\right) w_{02} w_1' dx . \frac{\sqrt{3}}{2}\overline{J_{K2}}\right] \quad 16)$$

$$= \frac{4\pi}{10}\frac{l\tau}{\delta'}\frac{\sqrt{3}}{2}\left[\alpha_{i1} f_{w1} w_1'^2 \overline{J_{K1}} - \alpha_{i2} f_{w21} w_1' w_{11}' \overline{J_{K2}}\right]$$

oder weil jetzt

$$w_{01} = \frac{w_1}{p}; \qquad w_1' = \frac{w_1}{p} = w_{01}, \qquad w_{11}' = \frac{w_{11}}{p} = w_1'$$

und $f_{w21} = f_{w21}'$

$$\Sigma d\Phi_x w_{1x}' = \frac{4\pi l\tau}{10\,\delta'}\frac{\sqrt{3}}{2} J_{K1} w_x'^2 \frac{\alpha_{i1}(f_{w1} f_{w2} - f_{w12} f_{w21})}{f_{w2}} \quad . \quad 17).$$

Ebenso ist ähnlich wie früher

$$w_1' \Phi_d = \frac{4\pi}{10} 2\frac{l}{\delta'} w_1' \int_0^{\tau/2}\left[\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K1}}\frac{\sqrt{3}}{2} - \left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K2}}\frac{\sqrt{3}}{2}\right] dx$$

$$= \frac{4\pi}{10}\frac{l\tau}{\delta'}\frac{\sqrt{3}}{2}\overline{J_{K1}} w_1'^2 \alpha_{i1}\frac{f_{w2} - f_{w12}}{f_{w2}},$$

also

$$f d_I = \frac{f_{w1} f_{w2} - f_{w12} f_{w21}}{f_{w2} - f_{w12}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18)$$

und damit

$$E_{d1} = \frac{8\pi^2}{10} f\frac{\sqrt{3}}{2} J_{K1}\frac{\alpha_{i1}(f_{w1} f_{w2} - f_{w12} f_{w21})}{f_{w2}}\frac{l\tau}{p\delta'} w_1^2 . 10^{-8} \quad 19),$$

$$x_0 = \frac{E_{d1}}{J_{K1}} = \frac{8\pi^2}{10}\frac{l\tau}{p\delta'}\frac{\sqrt{3}}{2} f w_1^2 \frac{\alpha_{i1}(f_{w1} f_{w2} - f_{w12} f_{w21})}{f_{w2}} . 10^{-8} \quad 20)$$

oder im Verhältnis zur Erregerreaktanz bezogen auf das sinusförmige Grundfeld konstanter Amplitude (Gleichung 12)

$$\sigma_d = \frac{x_0}{x_a} = \frac{\pi^2}{2 m_1}\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{\alpha_{i1}(f_{w1} f_{w2} - f_{w12} f_{w21})}{f_1^2 f_{w2}} \quad 21).$$

Bei unveränderter Stellung des Rotors, wo sich also Ständer- und Läuferphasen koaxial gegenüberstehen, schwankt die Größe der Oberfeldreaktanzen zwischen den durch die Gleichungen 11) und 20) gegebenen Werten und zwar konform den Amplitudenschwankungen des Drehfeldes mit der sechsfachen Periodenzahl des Speisestromes. Rogowski hat diese Relativstellung von Stator und Rotor als die „erste Hauptstellung" bezeichnet. Dreht man nun den Rotor soweit, daß die Phasenaxen miteinander einen Winkel von 30° elektrisch einschließen, so besteht auch im Stillstand bei offenem wie bei festgebremstem und kurzgeschlossenem Läufer zwischen den elektrischen Vorgängen im Ständer und Läufer eine Phasendifferenz von 30°, das heißt das Läuferdrehfeld eilt dem Ständerdrehfeld je nach der Drehung des Läufers in oder gegen die Umlaufrichtung des Ständerdrehfeldes um 30° nach bezw. vor. Während also bei koaxialer Phasenstellung im Ständer und Läufer die beiden Drehfelder in jedem Zeitmoment die gleiche Form haben und in gleicher Weise ihre Amplituden ändern, ist jetzt — der „zweiten Hauptstellung" nach Rogowski — im Läufer das Feldminimum, wenn im Ständer das Feldmaximum, im Läufer das Feldmaximum, wenn im Ständer das Feldminimum ist, oder mit andern Worten, ist im Ständer in einer Phase der Strom im Maximum, in den anderen von halber Größe, dann ist im Läufer eine Phase stromlos, während die beiden anderen ein Strom $\frac{\sqrt{3}}{2}$ facher Amplitude durchfließt. Für das Feldminimum im Ständer sind die Stromverteilungsverhältnisse im Ständer und Läufer gerade umgekehrt. Die Berechnung der Oberfeldreaktanz erfolgt in ganz ähnlicher Weise wie früher angegeben, nur müssen die verschiedenen Verkettungs- und Füllfaktoren sinngemäß auf die bestehenden Feldformen angewendet werden, das heißt der spitzen Feldform im Ständer nach Abb. 2 und der dazugehörigen Wicklungsverteilung entspricht im Läufer das flache Feld nach Abb. 4 und umgekehrt, es genügt daher, hier nur die Ansätze und die Resultate anzuführen. Es ist bei spitzer Feldform im Ständer

$$d\Phi_x = 2\frac{l}{\delta'} dx . MMK_x = \frac{4\pi}{10}\left[\left(\frac{w_{x1}}{w_{01}}\right) w_{01}\overline{J_{K1}} - \left(\frac{w_{x2}}{w_{02}}\right) w_{02}\overline{J_{K2}}\frac{\sqrt{3}}{2}\right] 2\frac{l}{\delta'} dx,$$

Digitized by Google

$$\Sigma d\,\Phi_x\, w_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\,\tau}{\delta'}\left[\alpha_{i_1} f_{w_1}\,\overline{J_{K_1}}\, w_{01}\, w_1' - \right.$$

$$\left. - \alpha_{i_2} f_{w_{21}}\, w_{02}\, w_1' \frac{\sqrt{3}}{2}\,\overline{J_{K_2}}\right]$$

oder da jetzt

$$\frac{J_{K_1}}{\frac{\sqrt{3}}{2}\,J_{K_2}} = \frac{w_{02}\, f_{w_2}'}{w_{01}\, f_{w_{21}}'},$$

$$\Sigma d\,\Phi_x\, w_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\,\tau}{\delta'}\,\overline{J_{K_1}}\, w_{01}\, w_1'\,\frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w_2}' - \alpha_{i_2} f_{w_{21}} f_{w_{21}}'}{f_{w_2}'},$$

wobei

$$w_{01} = \frac{w_I}{p}, \qquad w_1' = \frac{w_I}{2\,p}, \qquad w_{02} = \frac{w_{II}}{p} = w_{II}'.$$

Es ist weiter ähnlich wie früher

$$f_{d_1} = \frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w_2} - \alpha_{i_2} f_{w_{21}} f_{w_{21}}'}{\alpha_{i_1} f_{w_2} - \alpha_{i_2} f_{w_{21}}'}$$

und da auch hier $f_{w_2}' = f_{w_2}$

$$x_0 = \frac{8\pi^2}{10}\,\frac{l\,\tau}{p\,\delta'}\, f_{w_1}^2\,\frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w_2} - \alpha_{i_2} f_{w_{21}} f_{w_{21}}'}{f_{w_2}} \qquad 22),$$

$$\sigma_d = \frac{x_2}{x_\alpha} = \frac{\pi^2}{2\,m_1}\,\frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w_2} - \alpha_{i_2} f_{w_{21}} f_{w_{21}}'}{f_1^2\, f_{w_2}} \qquad 23).$$

Ebenso ist bei flacher Feldform im Ständer (Abb. 4 für den Ständer, Abb. 2 für den Rotor)

$$d\,\Phi_x = 2\,\frac{l}{\delta'}\,dx\,.\,\mathrm{MMK}_x = \frac{4\pi}{10}\left[\left(\frac{w_{x_1}}{w_{01}}\right) w_{01}\,\frac{\sqrt{3}}{2}\,\overline{J_{K_1}} - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{w_{x_2}}{w_{02}}\right) w_{02}\,\overline{J_{K_2}}\right] 2\,\frac{l}{\delta'}\,.\,dx,$$

Nutenzahl pro Pol und Phase im Ständer

$$\Sigma d\,\Phi_x\, w_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\,\tau}{\delta'} \times$$

Nutenzahl pro Pol und Phase im Läufer

$$\times \left[\alpha_{i_1} f_{w_1}\, w_1'^2\,\overline{J_{K_1}}\,\frac{\sqrt{3}}{2} - \alpha_{i_2} f_{w_{21}}\, w_{02}\, w_1'\,\overline{J_{K_2}}\right]$$

Nutenzahl pro Pol und Phase im Läufer =	Werte von σ_d.				
	2	3	4	5	6
= 2	0·0091312	0·0405729	0·0387544	0·0321319	0·0254139
= 3	0·0384614	0·0196738	0·0213558	0·0183043	0·0196980
= 4	0·0368589	0·0214646	0·0053262	0·0141031	0·0132754
= 5	0·0306342	0·0184426	0·0141377	0·009582	0·01058929
= 6	0·0244242	0·0198721	0·0133247	0·0106028	0·00448008

oder da hier

$$\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}\,\overline{J_{K_1}}}{\overline{J_{K2}}} = \frac{w_{02}\, f_{w_2}'}{w_{01}\, f_{w_{21}}'},$$

$$\Sigma d\,\Phi_x\, w_{1x}' = \frac{4\pi}{10}\,\frac{l\,\tau}{\delta'}\,\frac{\sqrt{3}}{2}\,J_{K_1}\, w_1'^2\,\frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w_{21}} f_{w_{21}}'}{f_{w2}'},$$

wobei

$$w_{01} = \frac{w_I}{p}, \qquad w_1' = \frac{w_I}{p} = w_{01}, \qquad w_{02} = \frac{w_{II}}{p}.$$

Weiter ist

$$f_{d_1} = \frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w_{21}} f_{w_{21}}'}{\alpha_{i_1} f_{w_2}' - \alpha_{i2} f_{w_{21}}'}$$

und da auch $f_{w2_1}' = f_{w_{21}}$

$$x_0 = \frac{8\pi^2}{10}\,\frac{l\,\tau}{p\,\delta'}\,\frac{\sqrt{3}}{2}\, f_{w_1}^2\,\frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w2}' - \alpha_{i2} f_{w_{21}}^2}{f_{w_2}'}\,.\,10^{-8} \qquad 24),$$

$$\sigma_d = \frac{x_0}{x_\alpha} = \frac{\pi^2}{2\,m_1}\,\frac{\sqrt{3}}{2}\,\frac{\alpha_{i_1} f_{w_1} f_{w_2}' - \alpha_{i2} f_{w_{21}}^2}{f_1^2\, f_{w_2}'} \qquad 25).$$

Gemäß den Amplitudenschwankungen des resultierenden Drehfeldes schwankt auch für diese Stellung des Rotors — der „zweiten Hauptstellung" nach Rogowski — die Größe der Oberfeldreaktanz zwischen den durch die Gleichungen 22) und 24) gefundenen Werten. Nach der ursprünglichen Annahme von Rogowski nimmt nun die Größe der Oberfeldreaktanz beim Übergang von der ersten zur zweiten Hauptstellung linear zu, um in gleicher Weise bei weiterer Verdrehung in die erste Hauptstellung wieder linear auf den ursprünglichen Wert abzunehmen.

Diese Annahme ist bekanntlich, wie zuerst Hellmund ausgesprochen hat, nicht ganz zutreffend. Der Übergang von einer Stellung in die andere erfolgt vielmehr nach einer Kurve, die je nach der Nutenzahl pro Pol und Phase, ferner je nach der Phasenzahl im Ständer und Läufer*) eine Reihe von Unstetigkeitspunkten aufweist. Da aber die Abweichungen vom geradlinigen Verlauf bei dreiphasigem Ständer und Läufer erst bei kleinen Nutenzahlen pro Pol und Phase (2 und 1) und dann bei gleichen Nutenzahlen einigermaßen von Bedeutung sind, Anordnungen, die praktisch sehr selten vorkommen, soll hier gleichwohl mit dem arithmetischen Mittel gerechnet werden.

Es wurden nun für normale Dreiphasenwicklungen bei verschiedenen Nutenzahlen pro Pol und Phase die Felder aufgezeichnet. Dann wurden mit den durch Auszählung der Feldbilder ermittelten Werten der Füll- und Verkettungsfaktoren die Werte von σ_d nach den Gleichungen 13), 21), 23) und 25) ausgerechnet. Die Mittelwerte aus je vier zusammengehörigen Werten enthält die nachstehende Tabelle.

Bei der Berechnung der totalen Kurzschlußreaktanz für einen dreiphasigen Induktionsmotor verfährt man dann wie folgt: zuerst wird die Magnetisierungskurve des Motors berechnet, aus deren geradlinigem Teil der Wert der Erregerreaktanz x_α direkt abgegriffen werden kann.

x_α multipliziert mit dem für den konkreten Fall passenden Tabellenwert von σ_d ergibt die totale Oberfeldreaktanz x_0, die zu den aus den Dimensionen der Nuten und der Wickelköpfe in bekannter Weise ermittelten Reaktanzen addiert, die totale Kurzschlußreaktanz ergibt.

Da in der Praxis gerade beim Induktionsmotor häufig mit dem totalen Streukoeffizienten und nicht mit Reaktanzen gerechnet wird, soll hier noch kurz auf den Zusammenhang zwischen beiden Rechnungsarten hingewiesen werden. Bekanntlich ist nach Heyland

$$\frac{J_{\mu 0}}{J_K} = \frac{K}{1+K} \qquad \ldots\ldots \qquad 26).$$

wobei K den totalen Streukoeffizienten der Maschine, $J^{\mu 0}$ den Luftmagnetisierungsstrom und J_K den „ideellen Kurzschlußstrom" bedeutet. Der Streukoeffizient K ist die Summe aus den Anteilen der reinen Streuung (Nuten- und Stirnstreuung) und der Oberfeldstreuung.

*) Rogowski, E. T. Z., 1910, Heft 51 und 52. Meyer-Wülfing, Arch. f. El. 1911, Seite 363.

Digitized by Google

Ist letztere allein vorhanden, dann ist $\frac{J}{J_{K1}} = \frac{K_d}{1 + K_d}$,

wobei $J_{\mu 0} = \frac{E}{x_a}$, aber jetzt $J_{K1} = \frac{E}{x_0}$.

Es ist daher weiter $\frac{K_d}{1 + K_d} = \frac{x_0}{x_a}$

oder $$K_d = \left(\frac{x_0}{x_a}\right) \frac{1}{1 - \left(\frac{x_0}{x_a}\right)} = \frac{\sigma_d}{1 - \sigma_d} \quad . \quad . \quad 27),$$

Es ist dann

$$K = K_1 + K_2 + K_1 K_2 + K_d = \sim K_1 + K_2 + K_d.$$

K_1 und K_2, der primäre und sekundäre Streukoeffizient, werden in bekannter Weise berechnet, K_d mit Benutzung der Tabellenwerte und Gleichung 27) ermittelt.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, wie beim kurzgeschlossenen dreiphasigen Induktionsmotor durch Einführung des Begriffes des Differenzfeldes als Rechnungsgröße die Oberfeldreaktanz in sehr durchsichtiger Weise berechnet werden kann, wobei die die primären und sekundären Drehfelder erzeugenden Dreiphasenwicklungen durch gedachte, in ihrer magnetomotorischen Wirkung äquivalente Einphasenwicklungen ganz bestimmter Windungsverteilung ersetzt werden.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

In der 4. Jahresversammlung der D. B. G., die unter dem Vorsitz von Prof. Warburg am 15. September 1917 in Charlottenburg abgehalten wurde, berichtete Prof. Liebenthal über die Tätigkeit der Gesellschaft. In dem zu Ende gehenden Geschäftsjahr sind drei ordentliche Mitgliederversammlungen abgehalten worden*). Zu den bisherigen Kommissionen (I, II, und III) ist noch die Kommission IV für praktische Beleuchtungsfragen hinzugetreten, über deren Entstehung und Organisation nachstehend berichtet wird. Nach Mitteilungen über die Tätigkeit der Ausschüsse und Erstattung des Kassaberichtes, beschließt die Versammlung auf Antrag des Vorstandes von Neuwahlen bis zum Kriegsende Abstand zu nehmen. Prof. Warburg, dessen goldenes Doktorjubiläum die Gesellschaft durch Überreichung einer Büste feierte, bleibt also bis auf weiteres der Vorsitzende der Gesellschaft. Es wird ferner einer Anregung von Dr. Halbertsma stattgegeben, in der nächsten Versammlung die Frage der Kohlenbeschränkung mit Bezug auf die Beleuchtung in den Kreis der Erörterungen der D. B. G. zu ziehen.

Im Anschluß daran berichtet Herr Dr. Lux über das Programm der neu gegründeten Kommission IV für praktische Beleuchtung:

Auf der dritten Jahrestagung**) der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Nürnberg hat Herr Monasch in seiner systematisch-kritischen Betrachtung über die Beleuchtungstechnik die Anregung gebracht, daß die Gesellschaft neben ihrer rein wissenschaftlichen Betätigung auch die Fragen der praktischen Beleuchtung in den Kreis ihrer Aufgaben ziehen und zugleich auch diejenigen Kreise für sich gewinnen sollte, die beruflich mit Fragen der Leuchttechnik befaßt werden und über rein beleuchtungstechnische Aufgaben die letzte Entscheidung zu fällen haben, ohne eigentlich fachkundig zu sein. Diese Anregungen sind von dem Vorstande der Gesellschaft aufgegriffen, und es ist zugleich der Versuch gemacht worden, mit dem Architektenverein zu Berlin in engere Fühlung zu treten, um ihn zu einem planmäßigen Zusammenarbeiten mit der D. B. G. zu veranlassen. Der Architektenverein zu Berlin hat diesen Anregungen Folge geleistet und hat die Gesellschaft eingeladen, in einer seiner Sitzungen mit ihm gemeinsam zu tagen, um gewissermaßen ein Programm für die zu lösenden Aufgaben aufzustellen. Zu dieser Sitzung lag ein von Herrn Lux eingereichter Entwurf vor „Leitsätze über die Ansprüche, die an zweckmäßige Beleuchtungsanlagen zu stellen seien". Die erwähnten Leitsätze wurden der neuen Kommission IV als Grundlage für weitere Beratungen überwiesen. Ebenso wurde die Kommission damit beauftragt, vier ihrer Mitglieder zu bestimmen, die sich mit den von dem Architektenverein bereits gewählten Mitgliedern in Verbindung setzen sollten. In den Verhandlungen der Kommission wurde beschlossen, die vorgelegten Leitsätze zu erweitern und mit Tatsachenmaterial zu begründen. Hiezu sollten zunächst aus der Fachliteratur die erforderlichen Beleuchtungsstärken für die verschiedenen Verwendungszwecke zusammengestellt, ferner sollten praktische Zahlenwerte für die Beleuchtung verschiedenartiger Räume gesammelt werden. In der weiteren Aussprache über die Leitsätze wurde angeregt, die Verteilung und Anordnung der Lichtquellen zu berücksichtigen und auch ihre Farbe in Betracht zu ziehen. Die letzte Fassung dieser Leitsätze, wie sie in der Sitzung der Kommission IV vom 15. September 1917 angenommen worden sind, wurde der Versammlung vorgelegt.

Bei der Aufstellung der Leitsätze ging Dr. Lux von dem Gedanken aus, die Ansprüche, die an eine zweckmäßige Beleuchtung von Innenräumen zu stellen sind, so allgemein wie möglich zu fassen, dabei doch zugleich auch die Begründung für die Formulierung wenigstens anzudeuten und in Nebensätzen die wünschenswerten Erweiterungen der allgemeinen Ansprüche zum Ausdruck zu bringen. Zunächst sollen die aufgestellten Leitsätze natürlich nur für die Beleuchtungstechniker selbst maßgebend sein; der nächste Schritt wäre dann, sie auch bei den Architekten, die einen so großen Einfluß auf die praktische Ausgestaltung von Beleuchtungsanlagen haben, zur Anerkennung zu bringen, und schließlich die öffentlich-rechtliche Anerkennung dieser oder ähnlicher Leitsätze auf dem Wege der Verordnung oder der Gesetzgebung durchzuführen. Diese öffentlich-rechtliche Anerkennung wird wenig Schwierigkeiten machen, wenn der Nachweis geliefert werden kann, daß sich für die Ansprüche an eine zweckmäßige Beleuchtung bereits ein Gewohnheitsrecht gebildet hat. Dieses Gewohnheitsrecht zu schaffen und zur Anerkennung zu bringen, wird eine der Hauptaufgaben der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft auf dem Gebiete des praktischen Beleuchtungswesens sein. Ist der Einfluß der Gesellschaft so groß geworden, wie es der wissenschaftlichen und technischen Bedeutung ihrer Mitglieder entspricht, so kann sie ihre ganze Autorität in die Wagschale legen, um gewisse Minimalansprüche an die Innenbeleuchtung zur Geltung zu bringen. Die D. B. G. ist aber nicht nur dazu berufen, diese Minimalansprüche aufzustellen, sondern sie hat geradezu die Pflicht, hier initiativ vorzugehen.

Die Planung und Ausführung von Beleuchtungsanlagen unterliegt heute noch fast durchweg dem Zufall und der Willkür. Handelt es sich um Beleuchtung mit natürlichem Licht, so hängt die Ausführung und das mehr oder minder glückliche Gelingen ganz von dem entwerfenden Architekten ab, der in der Mehrzahl der Fälle gar kein festes Ziel vor Augen hat, soweit es sich um die Bemessung des zuzuführenden Tageslichtes handelt. Bei der Beleuchtung mit künstlichen Lichtquellen hinwiederum ist es der Installateur, der die alleinige Verantwortung trägt, der beim Mißlingen allerdings meist dem Architekten die Schuld in die Schuhe schiebt, beim Gelingen dagegen alle Ehren für sich allein in Anspruch nimmt. Weder in dem einen noch in dem anderen Falle aber wird beim Entwurf und bei der Ausführung der Beleuchtungstechniker gefragt oder angehört. Hat man doch in den weitesten Kreisen — wie bereits bei der vorjährigen Tagung durchaus zutreffend hervorgehoben worden war — vorläufig noch gar keine rechte Vorstellung von dem eigentlichen Wesen der Beleuchtungstechnik und vor allem keine Ahnung davon, daß sich in den letzten Jahren die Lichttechnik zu einer ganz selbständigen und sicher fundierten wissenschaftlich-technischen Disziplin herausgebildet hat. Die heute noch herrschenden Mißstände auf dem Gebiete des praktischen Beleuchtungswesens sind recht beklagenswert; sie sind darüber hinaus aber auch bedenklich, denn mit ihnen sind direkte und indirekte gesundheitliche Schädigungen, eine enorme Verschwendung von Energie bei minimalem Nutzeffekt und Vergeudung dessen, was man mit einem Gemeinplatz „Nationalvermögen" nennt, verbunden.

Zu den direkten gesundheitlichen Schädigungen sind in erster Linie die durch zu intensive Beleuchtung hervorgerufenen Erkrankungen des Auges zu rechnen, wie sie eintreten können, wenn das Auge den direkten Strahlen der Sonne, des elektrischen Lichtbogens, schmelzender Metalle oder schmelzenden Glases usf. ausgesetzt wird. Diese Schädigungen, allerdings nicht in dem gleichen Maße, treten auch schon ein, wenn unser Auge längere Zeit der Wirkung der modernen Lichtquellen mit

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 262, 411.

**) Vgl. E. u. M. 1916. Seite 530.

Digitized by Google

ihrer relativ sehr hohen Flächenhelle ausgesetzt wird.*). Hier stellen sich alle Zwischenstufen ein von der vorübergehenden Blendung mit darauffolgender Herabminderung der Sehfähigkeit während einiger Sekunden, bis zu der dauernden Schwächung der Sehfähigkeit, verbunden mit chronischen Kopfschmerzen bei Arbeitern, deren Augen unausgesetzt durch unzweckmäßige Beleuchtungseinrichtungen und falsche Anordnung der Lichtquellen malträtiert werden. Entgegengesetzter Art, aber nicht minder bedenklich, sind die Schädigungen durch zu geringe Beleuchtung bei feineren Arbeiten. Es ist allgemein bekannt, daß Lesen, Schreiben, Sticken, Gravieren, Uhrmacherarbeiten usw. bei ungenügender Beleuchtung die Ausbildung der Kurzsichtigkeit befördern. In den letzten beiden Jahrzehnten hat die Myopie allerdings in recht erfreulicher Weise abgenommen, was wohl in gleicher Weise dem Zunehmen des Sportes und der allgemeinen Verbesserung der Beleuchtung zu danken ist.

Zu den indirekten gesundheitlichen Schädigungen infolge unzweckmäßiger Beleuchtung gehören die Unfälle auf Höfen und Straßen, in Fabriken und Werkstätten, über deren Zusammenhang mit der Beleuchtung sowohl in Amerika als auch in England eingehende statistische Untersuchungen angestellt worden sind, worüber Herr Halbertsma im vergangenen Jahre berichtet hat**). Weitere indirekte Schädigungen sind die infolge unzureichender Beleuchtung begünstigte Ansammlung von Schmutz und Krankheitskeimen in unkontrollierten Winkeln der Wohnungen und Arbeitsstätten. Durch nichts kann man hier den latenten Schädigungen besser vorbeugen, als durch eine gute Allgemeinbeleuchtung.

Nicht unerwähnt bleiben darf die Belästigung des Auges durch Lichtquellen, die in der Nähe des Gesichtsfeldes angeordnet sind und ihre Strahlen unter einem schrägen Winkel in das Auge einfallen lassen. Man braucht gar nicht direkt nach diesen Lichtquellen zu blicken, trotzdem wird man von ihnen gestört, wenn sie sich in der Nähe des betrachteten Gegenstandes befinden — Musterbeispiele für Anlagen, wie sie nicht sein sollen, bieten die Beleuchtungsanlagen auf den Berliner Stadtbahn- und Untergrundbahnhöfen, wo die Zugrichtungsanzeiger konsequent so angebracht sind, daß sie wegen der unmittelbaren Nachbarschaft von Lichtquellen nicht gesehen werden können; weiterhin die Beleuchtung mit intensiven, unverdeckten Lichtquellen in den Schaufenstern und schließlich auch die Straßenbeleuchtung gerade Berlins mit zu niedrig aufgestellten Preßgaslampen. Wenn man aber kritisch die Beleuchtung im eigenen Heim, in Schulen und Werkstätten, in Restaurants und Festsälen durchmustert, so wird man auch hier die gleichen Fehler finden. Ein nicht geringer Teil der Neurasthenie unserer Zeit mag der Belästigung durch blendende Lichtquellen zuzuschreiben sein, denen das Auge sich nicht zu entziehen vermag.

Die Verschwendung von Energie bei minimalem Nutzeffekt kann wohl bei den meisten und in erster Linie bei den wegen ihrer dekorativen Wirkung berühmten Beleuchtungsanlagen ziffernmäßig nachgewiesen werden. Die Verschwendung von Energie ist aber in ihrer Gesamtsumme vielleicht noch größer bei der Benutzung geschwärzter Glühlampen, ungeputzter Zylinder und Glocken, defekter Glühkörper, schlecht einregulierter Brenner unzweckmäßiger Beleuchtungsapparate überhaupt, dann aber auch bei unrichtig angeordneten oder falsch dimensionierten Beleuchtungseinheiten.

Die Verminderung der Arbeitsleistung hinsichtlich der Quantität und der Qualität ist eine bekannte Begleiterscheinung unzweckmäßiger Beleuchtung; eine zu niedrige Beleuchtung spielt hier die gleiche Rolle wie eine schlecht disponierte an sich reichliche Beleuchtung, etwa eine Beleuchtung von der falschen Seite, eine Erzeugung von Schlagschatten auf der Arbeit, eine Beleuchtung mit starken Kontrasten zwischen Hell und Dunkel, die das Auge rasch ermüden läßt und die Arbeitsleistung schon in wenigen Stunden merkbar herabsetzt.

Ein großer Teil dieser Mißstände ist auf mangelnde Erkenntnis im großen Publikum zurückzuführen, häufig aber auch auf die Ignorierung der Tatsache, daß auch bei der Ausführung einer Beleuchtungsanlage wissenschaftliche und technische Voraussetzungen zu erfüllen sind, wenn man zu einem Optimum gelangen will. Hier sollen die vorgelegten Leitsätze aufklärend einwirken.

Zur Ergänzung der unterbreiteten Leitsätze legte die Kommission IV noch einiges weiteres Material zur Begründung der aufgestellten Forderungen vor.

In der Druckschrift über die erforderliche Beleuchtung***) ist zunächst das Material zusammengetragen, das sich in der Literatur der letzten Jahre findet. Die aufgeführten Zahlenwerte zeigen leider untereinander eine nur sehr mangelhafte Übereinstimmung, obwohl alle Einzelforderungen an die für die verschiedenen Zwecke erforderliche Beleuchtung in letzter Linie immer an die bekannte Cohnsche Forderung einer Minimalbeleuchtung von 25 Lux für Arbeitsplätze, an denen gelesen oder geschrieben wird, anknüpfen. Es wird eine der Hauptaufgaben der Kommission IV sein, das Zahlenmaterial kritisch zu sichten, durch eigene Untersuchungen zu ergänzen oder zu stützen, vor allem aber im Zusammenarbeiten mit Augenärzten, Hygienikern und Physiologen feste Grenzen für die Minimalforderungen der jeweiligen Beleuchtung zu ermitteln. Es geht heute nicht mehr an, daß wir immer wieder auf die Minimalzahl zurückgreifen, die von Hermann Cohn im Jahre 1883 festgelegt worden war, zu einer Zeit, wo selbst Schulen noch mit offenen Gasschnittbrennern und höchstens Argandbrennern beleuchtet waren, wo der Siemenssche Regenerativbrenner als epochemachende Erfindung gepriesen wurde und die elektrische Beleuchtung noch in ihren ersten Anfängen steckte. Die Minimalforderung von 25 Lux für Beleuchtung durch künstliche Lichtquellen war eben damals nur ein notgedrungener Kompromiß. Cohn hatte 50 Lux als denjenigen Beleuchtungswert ermittelt, unter den nicht heruntergegangen werden sollte, wenn nicht die im Durchschnitt erreichbare Geschwindigkeit bei Lesen erheblich herabsinken sollte. Die Forderung von 50 Lux als Minimalbeleuchtung wäre damals aber nur durchzuführen gewesen, wenn man gleichzeitig auch eine erhebliche Verschlechterung der Luft und Belästigung durch strahlende Wärme, sowie recht beträchtliche Betriebskosten mit in Kauf genommen hätte. Diese Hinderungsgründe sind bei den heute zur Verfügung stehenden Lichtquellen nicht mehr vorhanden, und dazu ist auch noch die Erzeugung von 50 Lux heute ganz wesentlich billiger, als es vor 32 Jahren die Erzeugung von 25 Lux gewesen wäre. Dazu kommt dann noch, daß wir in der Zwischenzeit durch die Fülle des uns überall gebotenen Lichtes verwöhnt worden sind, so daß wir die Ansprüche, die wir jetzt instinktmäßig an die Beleuchtung stellen, ganz bedeutend herabschrauben müßten, wenn wir uns mit einer Allgemeinbeleuchtung von 25 Lux begnügen sollten. Es erscheint deshalb dringend geboten, daß wir die Cohnsche Forderung revidieren und durch neue Untersuchungen die physiologischen Minimalansprüche an die Beleuchtung feststellen. Eine solche Feststellung erscheint doppelt notwendig, bevor an die gesetzliche Festlegung der erforderlichen Minimalbeleuchtung herangetreten werden kann. Die gesetzliche Festlegung der erforderlichen Minimalbeleuchtung erscheint aber zwingende Notwendigkeit nicht nur für die Schulen, sondern vor allem für Fabrikräume und Werkstätten. Im Interesse der Unfallverhütung können die Gewerbeaufsichtsbeamten eine „angemessene" Beleuchtung von Fabrikräumen und Werkstätten schon heute auf Grund der Gewerbeordnung vorschreiben und im Verwaltungswege erzwingen. Anderer seits liegt eine „angemessene" Beleuchtung auch durchaus im Interesse des Unternehmertumes, wenn es die Produktivität der Arbeit steigern will. Mit einem so dehnbaren Begriffe, wie es die „angemessene" Beleuchtung ist, kann man aber natürlich nichts anfangen; schon die Aufstellung einer solchen Forderung öffnet der Willkür Tür und Tor.

In Streitigkeiten, die sich bei der Lieferung von Wärme entspinnen, hat man eine mittlere Raumtemperatur von 18° als normal angesehen, wenigstens im Bezirke des Kammergerichts. Das ist eine feste Größe, mit der sich etwas anfangen läßt, die aber — und das ist wesentlich — schließlich auch von jedem Dienstmädchen mit einiger Genauigkeit bestimmt werden kann. Bei der Festlegung der erforderlichen Beleuchtung stoßen wir, im Gegensatz hierzu, freilich sofort auf recht beträchtliche Schwierigkeiten. In den Kreisen, die über die angemessene Beleuchtung zu befinden haben, also bei der Baupolizei, den Gewerbeaufsichtsbeamten, den Schulinspektoren usw. ist selbst der physikalische Begriff der Beleuchtung meist ein verschlossenes Geheimnis. Dazu kommt dann noch, daß uns zur Bestimmung der Beleuchtung keine so einfachen und leicht zu handhabenden Apparate zur Verfügung stehen, wie sie etwa im Quecksilberthermometer bei Temperaturmessungen vorhanden sind. Und dann kommt noch ein sehr wichtiges Moment hinzu, das an dieser Stelle nicht übergangen werden darf. Stellen wir die Forderung auf, daß etwa in einem Fabrikraum die Allgemeinbeleuchtung — unbeschadet der Platzbeleuchtung — einen Minimalwert von, sagen wir, 25 Lux haben soll, so wird man nicht umhin können, diese Forderung sowohl an die künstliche, als auch an die natürliche Beleuchtung zu stellen. Mit unseren künstlichen Lichtquellen können wir die gestellten Ansprüche mit Leichtigkeit erfüllen. Bei der Beleuchtung mit Tageslicht dagegen ist das keineswegs der Fall, und es ist derzeit kaum möglich, das Vorhandensein einer bestimmten Beleuchtung an einem gegebenen Platze jederzeit zu gewährleisten. Bei den enormen Schwankungen der Tageshelligkeit von Monat zu Monat, von Tageszeit zu Tageszeit, ja selbst von Moment zu Moment, wenn die meteorologischen Verhältnisse sich ändern, haben die absoluten Bestimmungen der Platzbeleuchtung überhaupt nur einen ziemlich untergeordneten Wert. In den meisten Fällen führen sie nur irre und können zur Quelle großer Unzuträglichkeiten und gerichtlicher

*) Vgl. Beleuchtungstechnische Daten; Flächenhelle der hauptsächlichsten primären und sekundären Lichtquellen. Zeitschr. f. Bel. XXIII, Seite 118, 1917.

**) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 584.

***) Zeitschr. f. Bel. XXIII. Seite 102, 1917.

Digitized by Google

Auseinandersetzungen werden. Es genügt deshalb vollständig die Bestimmung der relativen Beleuchtung. L. Weber hat hier den Begriff des „Tageslichtquotienten" eingeführt, nämlich das Verhältnis der vorhandenen Beleuchtung zur „vollkommenen" Beleuchtung, wie sie durch die offene Himmelshalbkugel geliefert wird. Mit Hilfe des Weberschen Relativphotometers ist die Bestimmung des Tageslichtquotienten auch leicht auszuführen. Die Forderung der Platzhelligkeit wird dann auf die Forderung eines bestimmten Prozentsatzes der vollkommenen Beleuchtung reduziert, angenommen auf 2%. Freilich können diese 2% an einem hellen Junitage 100 Lux und mehr, an einem trüben Dezembertage an dem gleichen Platze 5 Lux und darunter bedeuten, so daß man gezwungen ist, bei der Bemessung des natürlichen Lichtes noch eine Reihe von sekundären Bestimmungsgrößen einzuführen. Hiezu gehört das Jahresmittel der Ortshelligkeit und die mittlere Tagesbeleuchtung in den einzelnen Monaten, Größen, wie sie durch die von L. Weber durch Jahre hindurch fortgesetzten Tageslichtbeobachtungen mit großer Genauigkeit wenigstens für das nördliche Deutschland festgelegt sind. Aus der Messung des Tageslichtquotienten und unter Benutzung der Tabellen für die Ortshelligkeit ist man dann in der Lage, die wahrscheinliche mittlere Beleuchtung eines Platzes für jede Jahreszeit und für die verschiedenen meteorologischen Bedingungen anzugeben. Sehr zu Hilfe kommt hiebei noch die Tatsache, daß der Tageslichtwert zur Zeit des Sonnenaufgangs und des Sonnenuntergangs ceteris paribus eine für alle Jahreszeiten nahezu konstante Größe ist. Unter Berücksichtigung dieser Daten ist es dann möglich, festzustellen, daß ein bestimmter Platz im Sommer von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang zu keiner Tageszeit weniger als die geforderte Minimalbeleuchtung im Mittel erhält, im Winter aber nur etwa von 10 Uhr vormittags bis 2 Uhr nachmittags. Hienach ist es auch möglich, vorauszubestimmen, an wieviel Tagen im Jahre und zu welchen Stunden teilweise oder vollständige Ergänzung der Tagesbeleuchtung durch künstliches Licht erforderlich sein dürfte.

Die anscheinende Schwierigkeit bei der Bemessung des Tageslichts ist also nicht so groß, als daß hieran das ganze Problem scheitern könnte. Die Bemessung und Regulierung ist aber um so notwendiger, als gerade in denjenigen Räumen, für die die Reglementierung der Beleuchtung zulässig und notwendig ist, also in den unter Staats- und Gemeindeaufsicht stehenden öffentlichen Anstalten, einschließlich der Fabriken, die Arbeit im wesentlichen während des Tages ausgeführt wird.

Aber auf zwei andere Schwierigkeiten muß noch hingewiesen werden, die auch durch die Reglementierung nicht zu beseitigen sind. Die eine Schwierigkeit besteht darin, daß die vorhandene Tageslichtbeleuchtung eines Raumes, infolge der Beschattung durch ein neu errichtetes, benachbartes Gebäude unter das erforderliche Minimum heruntergedrückt werden kann, so daß eine Verwertung für einen bestimmten Zweck unmöglich wird. Die andere Schwierigkeit aber beruht darauf, daß wir zurzeit noch nicht imstande sind, bei der Planung und Errichtung eines Gebäudes die Verteilung des Tageslichtes sicher vorauszuberechnen, wie das bei der künstlichen Beleuchtung der Fall ist. Die ersterwähnte Schwierigkeit kann behoben werden, wenn von vornherein bei der Aufstellung eines Stadtbebauungsplans auf die ausreichende Besonnung jedes einzelnen Gebäudes die gebührende Rücksicht genommen wird. Eintretenden Schädigungen der Hauseigner steht die Rücksichtnahme auf die Volksgesundheit gegenüber, die unbedingt höher zu werten ist als irgend eine finanzielle Einbuße. Die zweite der erwähnten Schwierigkeiten ist beachtenswert; aber das Problem der Vorausberechnung der Tagesbeleuchtung ist nicht unlösbar. Der von L. Weber aufgestellte Begriff des Tageslichtquotienten bietet bereits eine Handhabe zu ihrer überschläglichen Vorausberechnung. Von L. B. Marks und J. E. Woodwell ist es übrigens in einem Vortrage vor der amerikanischen beleuchtungstechnischen Gesellschaft im September 1914 in Cleveland auch schon unternommen worden, mit Hilfe von Rechnung und Modell die Tagesbeleuchtung im Innern von Gebäuden vorauszubestimmen, und weitere Vorarbeiten hierzu finden sich in einer Dissertation von Haenert über die „Konstruktive Berechnung der Lichtgüte von Fenstern in ihrer Abhängigkeit von gegenüberliegenden Häusern" (Kiel 1911). Es wäre sehr zu begrüßen, wenn in der gleichen Richtung weitergearbeitet würde.

Neben den Fragen der Zweckmäßigkeit einer Beleuchtungsanlage, auf die die Leitsätze in erster Linie einzugehen haben, stehen dann noch die Forderungen an die Wirtschaftlichkeit und an die Schönheit einer Anlage.

Die Wirtschaftlichkeit versteht sich heute immer von selbst, unsere gesamte Technik steht ja unter dem Einfluß von Ostwalds energetischem Imperativ, und nur der Vollständigkeit wegen ist dieser Punkt mit aufgenommen worden.

Ganz so klar und einfach liegt die Sache zwar nicht bei den ästhetischen Ansprüchen, die an eine Beleuchtungsanlage zu stellen sind. Aber die Fragen der Zweckmäßigkeit und Schönheit ergänzen sich gegenseitig. Ein Gerät, eine Maschine wirken schön, wenn man ihnen sofort die Zweckmäßigkeit ansieht; dagegen wirkt jeder Apparat grotesk, der durch äußerlichen Zierat aufgeputzt ist. Die Zeit ist längst vorüber, in der man eine Maschine durch unorganisches Beiwerk der Architektur des Gebäudes einzupassen suchte. Die Maschine hat sich ihren Stil selbst geschaffen, und sie läßt sich hier keinerlei Gewalt antun. Ist sie harmonisch in ihren Formen, zeigt ihre Gliederung, daß die einzelnen Teile zu organischem Zusammenwirken geschaffen sind, so wird sie allein schon durch ihren Aufbau ästhetische Befriedigung hervorrufen. Das gleiche gilt von den Beleuchtungsanlagen und Beleuchtungsgeräten, wobei ich natürlich weder der Nüchternheit noch der absoluten Schmucklosigkeit das Wort rede. Gerade an diesem Punkte erscheint mir das Zusammenarbeiten des Beleuchtungstechnikers mit einem feinsinnigen Architekten die besten Erfolge zu versprechen.

In Anschluß an die vorgelegten Leitsätze wird dann noch auf eine Drucksache verwiesen, die den Bericht über die Beleuchtung von Fabriken und Werkstätten enthält, der im Auftrage des britischen Ministeriums des Innern von einer ad hoc gewählten Kommission bearbeitet worden ist. Die Frage der Fabrikbeleuchtung ist vollständig aufgerollt und von allen Seiten behandelt worden. Der Ausschuß hat eine sehr große Zahl von Fabriken besucht und deren Beleuchtungsverhältnisse photometrisch bestimmt. Der Bericht gipfelt schließlich in positiven Vorschlägen zur gesetzlichen Festlegung der erforderlichen Minimalbeleuchtung, wenigstens der Allgemeinbeleuchtung.

Die gesetzliche Regelung der Beleuchtungsfragen sollte auch für Deutschland ein Ziel unserer Bestrebungen sein. Sie ist nicht nur für die Schulen und Fabriken erwünscht, sondern für alle öffentlichen Gebäude, die der Gewerbeordnung unterstehen. Und der Gesetzgeber braucht nicht einmal vor der privaten Wohnung haltzumachen. Die Regelung der Wohnungsfrage ist eine der wichtigsten sozialpolitischen Aufgaben der nächsten Zukunft, wer aber dürfte bestreiten, daß bei der Lösung der Wohnungsfrage die Zuführung von Luft und Licht im vordersten Vordergrunde steht? In einem weiteren, aber nicht zu weiten Abstande kommt dann die Frage der Beleuchtung von Straßen und Plätzen, die vorläufig nur gestreift wurde, da die Beleuchtung von Innenräumen bereits eine solche Fülle von Einzelproblemen aufstellt, daß zu ihrer Lösung die intensivste Arbeit der Gesellschaft, insbesondere der Kommission IV, erforderlich scheint. Von den Beleuchtungstechnikern allein werden diese Arbeiten nicht geleistet werden können, es wird vielmehr von vornherein die Mitarbeit bewährter Fachkräfte aus anderen Gebieten von Wissenschaft und Technik herangezogen werden müssen, vor allem die Mitarbeit von Architekten, Physiologen, Augenärzten und Fabrikinspektoren. Der Anfang in dieser Beziehung ist bereits gemacht, obwohl die Arbeiten in der aus Architekten und Beleuchtungstechnikern zusammengesetzten Kommission positive Ergebnisse noch nicht erzielt haben. Bei der Frage der künstlichen Beleuchtung, bei der zweckmäßigen Einordnung der Beleuchtungsanlage in den Gebäudeplan, bei der Ausgestaltung der Beleuchtungskörper in ästhetischer Hinsicht dürfte das Zusammenarbeiten, das in diesem Winter weiter fortgesetzt werden soll, recht bald greifbare Resultate zeitigen.

Ganz vernachlässigt wurde in den letzten Jahren in Deutschland die physiologische, oder wenn man so will, die psychologische Seite des Beleuchtungswesens. Nach den Arbeiten der erfolgreichen Pfadfinder auf diesem Gebiete, eines Helmholtz, eines A. König, ist die Initiative bei uns ganz erlahmt, während sie in Amerika sehr lebendig geworden ist. Infolgedessen sind auch in Amerika sehr wertvolle Untersuchungen über Fragen aus den Grenzgebieten des Beleuchtungswesens und der Physiologie, so wie der Psychologie geleistet worden, denen wir bei uns vorerst noch nichts Gleichwertiges an die Seite stellen können. Es ist deshalb eine der vornehmsten Aufgaben der D. B. G., hier wieder die Zügel in die Hand zu nennen und ein planmäßiges Zusammenarbeiten von Physiologen, Hygienikern und Augenärzten in die Wege zu leiten.

Als dritter, wesentlicher Programmpunkt müßte das Zusammenarbeiten mit Gewerbeaufsichtsbeamten ins Auge gefaßt werden.

Ob es binnen Jahresfrist möglich sein wird, die wichtigsten Punkte des reichen Programms wenigstens in fördernden Angriff zu nehmen, das hängt allerdings weniger von unserem guten Willen ab, als vielmehr davon, daß endlich der lähmende Druck von uns genommen wird, den dieser Krieg auf uns alle ausübt. Die Arbeitszeit und Arbeitslast jedes einzelnen von uns nimmt er heute direkt und indirekt bis zum äußersten in Anspruch, und da er im Mittelpunkt des Lebensinteresses jedes einzelnen steht, so behindert er uns in allen den Arbeiten, die ein anderes Ziel haben, als das: unsere Feinde von uns abzuschütteln. Wir können nur die Hoffnung aussprechen, daß wir recht bald wieder die Bahn frei haben für Arbeiten, die Fortschritt und Entwicklung fördern.

Digitized by Google

Die Versammlung beschließt, daß die Leitsätze, zunächst erst den Ausschuß zur Beratung vorgelegt werden und folgt einer Anregung von Herrn Strecker, daß außer Architekten auch noch andere Kreise, wie zum Beispiel Hygieniker, Gewerbeinspektoren, zur Mitarbeit herangezogen werden.

Es folgt nun ein Vortrag des Herrn Bloch: „Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen."

Der Vortragende begann mit einem geschichtlichen Überblick über die Kennzeichnung der verschiedenen Arten von Lichtquellen. Bis zur Jahrhundertwende bestand auf diesem Gebiete eine nahezu vollständige Einheitlichkeit. Alle Lichtquellen wurden auf Grund ihrer horizontalen Lichtstärke bewertet, mochten sie nun von gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen gespeist oder elektrische Lampen sein. Für die Glühlampen wurde diese Art der Bezeichnung seitens des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Jahre 1897 durch Normalien festgelegt. Nur die elektrischen Bogenlampen nahmen eine Ausnahmestellung ein, die durch die Art ihrer Lichtverteilung bedingt war. Für sie gab man vorzugsweise die mittlere hemisphärische Lichtstärke, manchmal allerdings auch die maximale Lichtstärke an, bis im Jahre 1907 durch die Bogenlampennormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker die mittlere hemisphärische Lichtstärke als maßgebend für die Kennzeichnung der Bogenlampen festgestellt wurde. Die seit der Jahrhundertwende in rascher Folge auftretenden neuen elektrischen Glühlampenarten gaben längere Zeit keine Veranlassung, die bestehenden Gebräuche abzuändern; insbesondere ließen sich die verschiedenen Arten von Metalldrahtlampen (Osmium-, Tantal- und Wolframlampen), ebensogut wie die Kohlenfadenlampen nach der mittleren horizontalen Lichtstärke beurteilen und bewerten. Infolgedessen wurden im Jahre 1910 die Glühlampennormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker wieder auf Grund dieser Art der Bezeichnung neu aufgestellt.

Auf dem Gebiete der Gastechnik blieb die Kennzeichnung auf Grund der horizontalen Lichtstärke allgemein maßgebend, bis durch die Einführung des hängenden Gasglühlichts für Niederdruck- und Preßgas die mittlere hemisphärische Lichtstärke bei diesen neuen Lampenarten mehr in den Vordergrund trat. Die Lichtmeßkommission des Gasfachmännervereins hat zwar bisher noch keine Normalien für die Kennzeichnung der Gaslampen herausgegeben, jedoch schon in früheren Jahren zum Grundsatz erhoben, daß für hängendes Gasglühlicht die mittlere hemisphärische oder sphärische, und nicht die maximale Lichtstärke angegeben werden soll. Die Ausarbeitung von Normalien für die Bewertung von Gaslampen ist noch im Gange.

Seit dem Jahre 1913 ist durch die Einführung der gasgefüllten Metalldrahtlampen eine neue Umwälzung in der Beleuchtungstechnik angebahnt worden. Sie hat in kurzer Zeit bewirkt, daß die bisherige Zwiespältigkeit in der Kennzeichnung der Lichtquellen nicht mehr länger haltbar ist.*) Solange die neue Lampenart nur für hohe Lichtstärken hergestellt wurde und hauptsächlich mit den Bogenlampen in Wettbewerb trat, konnten sich die Glühlampenfabriken dadurch helfen, daß sie die Bogenlampennormalien für ihre neuen Fabrikate zur Anwendung brachten. Nun wurden aber die gasgefüllten Metalldrahtlampen von Jahr zu Jahr für niedrigere Lichtstärken hergestellt und waren im Jahre 1916 schon bei 25 Kerzen angelangt. Außerdem wurden seit dem Jahre 1914 die luftleeren Metalldrahtlampen mit spiralförmig gewundenem Leuchtdraht, die sogenannten Spiraldrahtlampen, als Ersatz für die bisher gebräuchlichen Metalldrahtlampen eingeführt Die neuen Lampenarten gestatteten einen sehr großen Spielraum in der Art der Anordnung des Leuchtdrahts und ermöglichten daher eine weitgehende Beeinflussung der Lichtverteilung. Außerdem traten sie bald mit den Bogenlampen, bald mit den älteren Glühlampenarten in Wettbewerb und können deshalb weder durch die horizontale, noch durch die hemisphärische Lichtstärke befriedigend gekennzeichnet werden.

Eingehende Erwägungen führten zu dem seitens der Glühlampenfabrikanten heute allgemein anerkannten Ergebnis, daß nur die mittlere sphärische Lichtstärke zur richtigen Kennzeichnung der neueren elektrischen Glühlampenarten geeignet ist.**) Zu dieser von den Beleuchtungstheoretikern schon seit langem angestrebten Wandlung konnten sich die Glühlampenpraktiker jetzt umso leichter entschließen, als auch die Messung der mittleren sphärischen Lichtstärke mit Hilfe der Ulbrichtschen Kugel für die neuen Lampenarten innerhalb weniger Jahre in großem Maßstabe eingeführt wurde und sich allenthalben sehr gut bewährt hat.***

Um störende und besonders in der Übergangszeit unvermeidliche Verwechselungen zwischen der älteren Bezeichnung der Lichtstärke und dem neuen Brauche zu vermeiden, sind die Glühlampenfabriken dazu übergegangen, bei den neuen Glühlampenarten nur noch den Wattverbrauch und nicht mehr die Lichtstärke auf die Lampe selbst aufzustempeln und die einzelnen Typen nach ihrem Wattverbrauch zu bezeichnen. Die mittlere sphärische Lichtstärke wird in den Prospekten und Preislisten neben dem Wattverbrauch der Lampen angegeben und nur auf besonderen Wunsch auf die Lampe selbst aufgestempelt. Für die gasgefüllten Metalldrahtlampen und für die Spiraldrahtlampen haben die großen Glühlampenfabriken diese Art der Bezeichnung schon seit dem vergangenen Jahre allgemein eingeführt und recht gute Erfahrungen damit gemacht. Für die älteren Metalldrahtlampen, die bisher auf Grund der mittleren horizontalen Lichtstärke bezeichnet werden, ist die neue Bezeichnungsart gleichfalls in Aussicht genommen, sobald wieder normale Verhältnisse in der Fabrikation eingetreten sind*).

Diese Neuerung bedingt auch den Übergang von dem bisher üblichen „spezifischen Effektverbrauch" oder der „Ökonomie" zu dem Begriff der „Lichtausbeute." Man wird weiterhin zweckmäßigerweise nicht mehr den spezifischen Effektverbrauch in „Watt pro Kerze", sondern die Lichtausbeute in „Kerzen für 1 Watt" angeben und hiedurch manche bisher häufig empfundenen Mißstände vermeiden. Für Gaslampen wäre dementsprechend die Lichtausbeute in „Kerzenstunden für 1 Liter Gas" anzugeben. Sinngemäß wird dann auch an die Stelle des spezifischen Verbrauchs der Beleuchtung in „Watt pro Lux und m²" die Beleuchtungsausbeute in „Lumen für 1 Watt" oder „Lumenstunden für 1 Liter Gas" zu treten haben.

Unsere Vereine und Verbände, die sich mit Beleuchtungsfragen befassen, werden notwendigerweise in nächster Zeit zu der Frage der Vereinheitlichung in der Kennzeichnung der Lichtquellen Stellung zu nehmen haben. Von der Lichtkommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sind diese Fragen schon im Jahre 1915 eingehend beraten worden, ohne daß man damals zu einer Einigung hierüber gelangte. Inzwischen haben sich die Ansichten weiter geklärt, und die Glühlampenfabriken haben sich vorläufig durch ihre eigenen Beschlüsse geholfen. Eine Anpassung der Lichtnormalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker an die neuen Verhältnisse wird sich weiterhin nicht mehr umgehen lassen. Die Kommission für Meßmethoden der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft hat im Winter 1913/14 Leitsätze für die Bewertung von Lichtquellen angenommen, die sich natürlich auf den damals bestehenden Normen und Gebräuchen aufbauen mußten. Nachdem inzwischen die Zeit für die einheitliche Kennzeichnung aller Lichtquellen auf Grund der mittleren sphärischen Lichtstärke reif geworden ist, eröffnet sich der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft eine Gelegenheit zu wertvoller Betätigung und Mitarbeit auf diesem Gebiete.

Auch im Auslande, und zwar besonders in England und in den Vereinigten Staaten von Amerika ist eine Bewegung im gleichen Sinne im Gange, und zwar neigt man dort neuerdings dazu, alle Lichtquellen nicht mehr nach ihrer Lichtstärke, sondern nach dem von ihnen ausgesandten Gesamtlichtstrom zu bewerten. Dieser verhält sich bekanntlich zur mittleren sphärischen Lichtstärke wie 4:1. Als Grund für diese Änderung gegenüber der bisher üblichen Bezeichnung wird hauptsächlich die größere theoretische Korrektheit des Lichtstrombegriffes, seine leichtere Verständlichkeit und bessere Erklärbarkeit angeführt. Ferner würde eine geringere Möglichkeit zu Verwechslungen bestehen als bei den jetzt üblichen verschiedenen Arten der Lichtstärkenangabe. Außerdem läßt sich aus dem Lichtstrom in einfacher Weise die mittlere Beleuchtung als Quotient des Lichtstroms und beleuchteter Fläche berechnen. Der Vortragende hält diese Gründe nicht für ausschlaggebend genug, um von dem bisher allgemein eingeführten Lichtstärkenbegriff abzugehen. Insbesondere kann auch für die für den praktischen Gebrauch sehr wichtige Lichtverteilungskurve nicht vollwertig durch ein Lichtstromdiagramm ersetzt werden. Neben der Berechnung der mittleren Beleuchtung ist auch die Berechnung der Beleuchtung an einzelnen Stellen nicht minder wichtig, und hiefür werden stets die Lichtstärke und die Lichtverteilungskurve erforderlich bleiben. Der bisher in England und Amerika vorgeschlagene, aber noch nicht endgültig angenommene Ersatz der Lichtstärke durch den Lichtstrom wird sich daher wohl kaum allgemein durchführen lassen und für unsere Verhältnisse sich jedenfalls nicht empfehlen. Die einheitliche Kennzeichnung der Lichtquellen sollte daher nur auf Grund der mittleren sphärischen Lichtstärke erfolgen**).

In der Diskussion geht Herr Brodhun auf die vom Vortragenden erwähnte Absicht der Glühlampenfabriken ein, die Angaben der Lichtstärke auf den Lampen allgemein fortzulassen und hält dieses Vorgehen vom beleuchtungstechnischen Standpunkte aus für einen Rückschritt. Die Einführung des Lumen anstatt der

*) E. u. M. 1917, Seite 473.
**) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 343; 1916, Seiten 193, 289, 413.
***) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 292.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 476; 1918, Heft 2, Seite 19.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 602.

Digitized by Google

Lichtstärke erscheint ihm z. Zt. nicht vorteilhaft, da man praktisch mit dem Lumen allein nicht auskommt, sondern die Lichtstärke daneben braucht, während man mit der Lichtstärke allein allenfalls auskommt. Herr Bujes tritt hingegen für die Kennzeichnung der Lichtquellen nach Lumen ein. Aus dem Lichtstrom lasse sich in einfacher Weise die (mittlere) Beleuchtung einer Fläche als das Verhältnis aus Lichtstrom und Größe der Fläche berechnen. Dem Laien (Architekten) würde so ein Mittel an die Hand gegeben, überschläglich die Beleuchtung von Räumen im voraus zu berechnen. Es wäre wünschenswert, wenn die D. B. G. die Bestrebung, die Lichtquellen nach Lumen zu bewerten, fördern würde. Herr Halbertsma legt an Hand einer Reihe von Beispielen seinen Standpunkt dar, daß der Lichtstrom die grundlegende photometrische Größe sei.

Es folgte hierauf ein Vortrag von Dr. Ing. N. A. Halbertsma: Die Streuung (Diffusion) des Lichtes als Mittel zur Verringerung der Flächenhelle künstlicher Lichtquellen"; der Vortrag ist hier im Auszug wiedergegeben.

Nur in besonderen Fällen, wie bei der optischen Projektion (Scheinwerfer, Projektionsapparate, Automobil-Laternen und dgl.) ist die hohe Flächenhelle der modernen Lichtquellen ein Vorteil. Für die künstliche Beleuchtung im allgemeinen ist sie eher ein Übelstand, den man jedoch mit in Kauf nehmen muß, weil die Verbesserung des Wirkungsgrades der Lichtquellen in den meisten Fällen nur eine Folge gesteigerter Temperatur ist, die eine entsprechende Zunahme der Flächenhelle mit sich bringt. Bei Bogenlampen hat man schon von jeher Vorkehrungen getroffen, um ein direktes Hineinsehen in den Lichtbogen, bezw. in den Krater mit seiner großen Flächenhelle zu vermeiden. Man hat daher bei diesen Lichtquellen stets lichtstreuende Glocken benutzt, oder hat sie durch Anwendung der indirekten Beleuchtung ganz dem Auge entzogen. Inzwischen hat auch die Glühlampe im Laufe ihrer technischen Entwicklung Werte der Flächenhelle erreicht, die dem Auge nicht mehr zuträglich sind, so daß man sich fragen muß, ob nicht auch hier entsprechende Maßnahmen zum Schutz des Auges am Platze sind.

In der hohen Flächenhelle der Lichtquellen liegt der wichtigste Grund für die Blendung des Auges. Von verschiedener Seite ist versucht worden, eine Norm für die höchstzulässige Flächenhelle der Lichtquellen aufzustellen. Bell hat (1902) 0·85 bis 0·42 HK/cm² vorgeschlagen. Schanz und Stockhausen empfahlen (1907) 0·75 HK/cm². In Amerika werden in den letzten Jahren noch kleinere Werte angenommen, die bis zu 0·1 HK/cm² hinuntergehen. Bei dem ungeheueren Bereich der Flächenhelle in der Natur und in künstlichen Beleuchtungsanlagen von 0·0001 HK/cm² bis 20 000 HK/cm² ist mit der Annahme einer höchstzulässigen Flächenhelle zwischen 0·1 und 1 HK/cm² schon viel erreicht. Man muß auch berücksichtigen, daß sich eine scharfe Grenze nicht festlegen läßt, weil die Flächenhelle allein nicht maßgebend ist, sondern weil auch andere Größen (die Adaption des Auges, die Größe der leuchtenden Fläche usw.) die Blendung beeinflussen.

Der Vortragende behandelte dann die verschiedenen Mittel, die zur Verringerung der Flächenhelle der künstlichen Lichtquellen zur Verfügung stehen. Die Spiegelung und die Brechung des Lichtes lassen sich zur Verringerung der Flächenhelle nicht verwenden, da das durch diese Erscheinungen zustandekommende Bild einer Lichtquelle sich in Bezug auf Flächenhelle von der Lichtquelle selbst nur um den Betrag der Absorption unterscheidet. Dennoch kann man auch hier von einer Pseudo-Streuung des Lichtes sprechen, wenn zahlreiche kleine Bilder der Lichtquelle (von an sich unveränderter Flächenhelle) mit entsprechenden Zwischenräumen auftreten, so daß sich bei der Betrachtung aus größerer Entfernung im Durchschnitt eine geringere Flächenhelle ergibt.

Theoretisches Interesse hat ferner die schnelle Bewegung eines Leuchtkörpers oder dessen Spiegelbildes zur Erzeugung eines leuchtenden Streifens von geringerer Flächenhelle. Auch die Verringerung der Flächenhelle durch gefärbte Gläser (Rauchgläser) läßt sich praktisch nur ausnahmsweise (Photometrie, Betrachten glühender Körper) verwenden, da jede Verringerung der Flächenhelle mit einem Lichtverlust im gleichen Verhältnis erkauft wird. Die einzige wirtschaftlich mögliche Verringerung der Flächenhelle erfolgt durch die Streuung des Lichtes. So erscheint, zum Beispiel eine Glocke aus vollkommen lichtstreuendem Glas (Milchglas) wie eine gleichmäßig leuchtende Scheibe, deren Abmessungen weit größer sind als die der ursprünglichen Lichtquelle. Die hiedurch hervorgerufene Verringerung der Flächenhelle im Verhältnis 1000 : 1 oder darunter ist mit einem Lichtverlust von nur 20 bis 30% verbunden. Im Zusammenhang hiemit wies der Vortragende darauf hin, daß bei einem lichtstreuenden Medium kein festes Verhältnis besteht zwischen dessen Flächenhelle und der Flächenhelle der ursprünglichen (primären) Lichtquelle. Die Lichtstreuung erfolgt daher umso wirtschaftlicher, je größer die Flächenhelle der primären Lichtquelle ist, ein Umstand, der in Anbetracht der hohen Flächenhelle der Gasfüllungslampe (über 1000 HK/cm²) besondere Beachtung verdient. Da der Zweck der Streuung die Verminderung der Flächenhelle ist, spielt auch die Größe der lichtstreuenden Teile (der sogenannten sekundären Lichtquelle) eine Rolle. Wird eine lichtstreuende Glocke zu klein gewählt, so kann die Flächenhelle nicht genügend verringert werden, trotzdem das Material der Glocke an sich vollkommen lichtstreuend sein mag.

Es gibt eine Reihe von Stoffen, insbesondere Gläser, die, als Glocke verwendet, nicht den Eindruck einer gleichmäßig leuchtenden Scheibe machen, sondern durch die man die Lichtquellen noch in Form eines hellen Fleckes hindurchsieht. Diese Stoffe werden als unvollkommene Lichtstreuer (Diffusoren) bezeichnet. Seit langem hat das Bedürfnis bestanden, die Güte der Lichtstreuer eindeutig und besser zu kennzeichnen, als durch die Worte „vollkommen" und „unvollkommen" oder durch die Handelsnamen der verschiedenen Glassorten möglich ist. Die verschiedenartigsten Vorschläge sind in dieser Hinsicht von Chwolson, Angström, Sumpner, Luckiesh und andere gemacht worden. Der Vortragende schlägt nun vor, als Lichtstreuvermögen das Verhältnis zu definieren zwischen dem von einem Flächenstückchen wirklich ausgesandten Lichtstrom und dem Lichtstrom, den das Flächenelement bei gleicher maximaler Lichtstärke, bezw. bei gleicher Flächenhelle aussenden würde, wenn die Streuung genau nach dem Lambertschen Gesetz vor sich ginge. Aus dieser Definition ergibt sich für die vollkommene Lichtstreuung nach dem Lambertschen Gesetz das Lichtstreuvermögen 1, während bei Abwesenheit einer Streuung das Lichtstreuvermögen 0 wird. Die Lichtstreuung sämtlicher Stoffe läßt sich daher durch Zahlen charakterisieren, die zwischen 0 und 1 liegen, und zwar ist die Lichtstreuung umso besser, je größer die Zahl ist. Im Anschluß an diese Definition zeigte der Vortragende die Beziehung des Lichtstreuvermögens zu anderen Größen, wodurch es sich gewissermaßen als das Schlußglied einer Kette photometrischer Größen und Definitionen darstellt. Wird das Lichtstreuvermögen neben der Lichtdurchlässigkeit angegeben, so sind durch diese beiden Zahlen die optischen Eigenschaften eines lichtstreuenden Glases, abgesehen von einer etwaigen Färbung des Lichtes, eindeutig bestimmt. Es ist, zum Beispiel die Möglichkeit gegeben, für die Glocken von Beleuchtungskörpern nicht nur den maximalen Lichtverlust vorzuschreiben, sondern auch die Güte der Streuung durch das Lichtstreuvermögen festzulegen. Als vollkommene Lichtstreuer können Gläser mit dem Streuvermögen über 0·8 bezeichnet werden, während matte Gläser, deren Streuvermögen zwischen 0·1 und 0·2 liegt, typische Beispiele unvollkommener Lichtstreuung darstellen.*)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

(Fortsetzung von Heft 1, Seite 12.)

Viertaktmaschinen.

Um bei Viertaktmaschinen stets einen geeigneten Verdichtungsgrad der Ladung zu erzielen, ordnet James Shaw in Chicago in der Zylinderwandung der Verbrennungskammer ein Ventil an, das unter der Wirkung einer einstellbaren Feder steht und beim Überschreiten eines vorbestimmten Druckes in der Verbrennungskammer zu Beginn des Verdichtungshubes sich selbsttätig öffnet, um einen Teil der in den Verbrennungsraum geführten Druckluft wieder auszulassen. (D. R. P. Nr. 296 11 [illegible].

Zur Erhöhung der Leistung von Viertaktmaschinen ist es bekannt, die Verbrennungsrückstände durch Spülluft auszutreiben und Gas und Luft unter Druck zuzuführen, um das Ladegewicht zu erhöhen. Fritz Gerhardt in Saarbrücken führt dieses Verfahren in folgender Weise durch: An das Einlaßventil *b* (Abb. 4) ist ein Druckluftkanal *e* und ein Gaskanal *f* angeschlossen. Gegen Ende des Auspufthubes öffnet sich das Einlaßventil und läßt Druckluft zum Ausfegen der Verbrennungsgase ein. Während dieser Zeit ist der Gaskanal durch ein auf der Einlaßventilspindel gleitendes Ventil *d* durch Federdruck geschlossen. Zu Beginn des Saughubes wird das Einlaßventil höher angehoben und nimmt durch einen Anschlag das Gasventil mit; ein auf der Einlaßventilspindel festsitzender Schieber *c* drosselt gleichzeitig die Druckluftzuströmung, Gas und Luft unter geringer Spannung mit Gasüberschuß

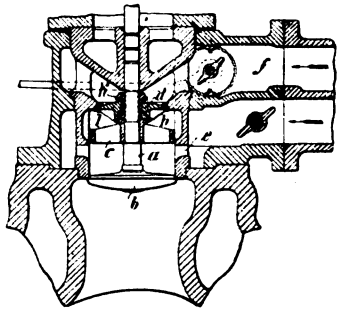


Abb. 4.

*) Eine eingehende Arbeit über Lichtstreuung von Dr. Ing. Halbertsma wird demnächst in der Zeitschrift veröffentlicht werden.

Digitized by Google

treten ein. Vor Ende des Einlaßhubes wird das Gasventil wieder geschlossen und die Drosselung der Luft aufgehoben, so daß bei noch weiter geöffnetem Ventil *b* die einströmende Druckluft die Ladung unter Überdruck setzt und das richtige Mischungsverhältnis herstellt. (D. R. P. Nr. 296 956.)

Werden Viertaktmaschinen dadurch geregelt, daß bei steigender Belastung die Menge der die Rückstände austreibenden Druckluft erhöht, bei sinkender Belastung verringert wird, so ist Gefahr vorhanden, daß bei kleinsten Belastungen und vorhandenem Gegendruck der Auspuffgase ein Rückschlagen dieser heißen Gase in den Einlaß stattfindet, das zu Störungen Anlaß gibt. Um diese zu vermeiden, wird nach einer Erfindung von H. Woll in Gersweiler-Ottenhausen von einer bestimmten kleinen Belastung an die Spülluftmenge nicht mehr verkleinert, sondern annähernd gleich gehalten. (D. R. P. Nr. 296 088.)

Um bei allen Belastungen den gleichen Verdichtungs- und Verbrennungsdruck aufrecht zu erhalten, verwendet Wilhelm Schmidt in Wernigerode a. Harz einen in der Wandung des Zylinders verschiebbaren Kolben, der infolge Federbelastung das Bestreben hat, in die dem kleinsten Verdichtungsraum entsprechende Stellung zu gelangen, der sich jedoch selbsttätig entsprechend der jeweiligen Belastung derart einstellt, daß bei zunehmendem Verbrennungsdruck der Verdichtungsraum sich vergrößert, bei abnehmendem Druck sich verkleinert. Zu diesem Zwecke ist der Hilfskolben mit einem zweiten Kolben verbunden, auf den die Druckfeder wirkt und der in einer mit Flüssigkeit gefüllten Kammer spielt. Der Zuflußkanal zu dieser Kammer ist mit einem Rückschlagventil, der Abflußkanal mit einem Überdruckventil versehen. Während des Verbrennungshubes überwindet der hohe Gasdruck den Federdruck auf den Hilfskolben und dieser bleibt in seiner äußersten Stellung. Während des Auspuffhubes wird infolge eines kleinen Überdruckes der Feder der Hilfskolben ein wenig nach abwärts gedrückt, hiebei etwas Flüssigkeit in die Kammer des zweiten Hilfskolbens gesaugt. Bei der nächsten Verbrennung wird infolge der Drucksteigerung der Hilfskolben wieder in die ursprüngliche Lage zurückgedrückt und die vorher angesaugte Flüssigkeitsmenge durch das Überdruckventil wieder hinausgedrückt. Bei gleichbleibender Belastung vollführt somit der Hilfskolben kleine Schwankungen, der Verbrennungsraum und somit der Verbrennungsdruck sind jedoch stets gleich groß. Bei sinkender Belastung und kleinerer Lademenge ist aber der Verbrennungsdruck zu klein, um die Flüssigkeit aus der Kammer durch das Überdruckventil auszutreiben, der Hilfskolben kehrt nicht mehr in seine äußerste Lage zurück. Beim darauffolgenden Auspuffhub senkt er sich weiter, so daß der Verbrennungsraum solange verkleinert wird, bis trotz der Verringerung der Lademenge wieder der ursprüngliche Verbrennungsdruck herrscht. Bei zunehmender Belastung und Lademenge erhöht sich der Verbrennungsdruck und es wird mehr Flüssigkeit durch das Überdruckventil ausgetrieben, so daß nach und nach der Hilfskolben steigt, bis wieder der ursprüngliche Verbrennungsdruck erreicht ist. (D. R. P. Nr. 290 786.)

Besondere bauliche Anordnungen.

Es sind mehrzylindrige Verbrennungskraftmaschinen bekannt, bei denen zwei gleichläufige Arbeitskolben auf zwei in entgegengesetzter Richtung sich drehende Wellen wirken, die durch Zahnräder miteinander gekuppelt sind, um die senkrecht zur Zylinderachse auftretenden Komponenten der Fliehkräfte der Massen aufzuheben. Zur Verringerung der Reibungsarbeit verwendet Friedrich August Haselwander in Karlsruhe an Stelle der Zahnräderkupplung ein Blindgetriebe (geschränktes doppeltes Schubkurbelgetriebe). In zwei Arbeitszylinder z_1, z_2 (Abb. 5) sind am oberen Ende durch einen gemeinsamen Verbrennungsraum miteinander verbunden und von den beiden gleichläufigen Arbeitskolben k_1, k_2 steuert einer die Auspuff- *a* und einer die Spülluftschlitze *e*. Außer der Arbeitskurbel trägt jede der beiden parallelen, entgegengesetzt sich drehenden Wellen w_1, w_2 eine zweite Kurbel, die mit Rücksicht auf die Totlage um mehr oder weniger als 180° zur Arbeitskurbel versetzt ist. Die zugehörigen Kurbelstangen s_1, s_2 greifen an einem gemeinsamen Kreuzkopf *p* an, der den Kolben k_3 des Spülpumpenzylinders z_3 antreibt. Solche mehrzylindrige Maschinen mit je einem Blindgetriebe an den beiden Enden der Maschine können zweckmäßig zum Antrieb von zwei Dynamomaschinen verwendet werden, wobei die eine Dynamomaschine vom vorderen Ende der Welle w_1, die zweite vom hinteren Ende w_2 angetrieben wird. (D. R. P. Nr. 295 368.)

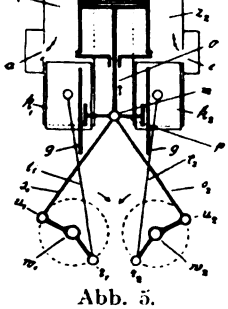


Abb. 5.

Albert Roder und Konrad Mändl in Fürth verwenden zwei achsial gegenüberliegende Zylinder mit gegenläufigen Kolben, die die in der Zylinderachse liegende, die Zylinder durchsetzende Welle ringförmig umgeben. Jeder Kolben hat am Umfang zwei gegenüberliegende Ansätze mit zwei Rollen, von denen die eine in eine geradlinige Führung des Gehäuses, die andere in eine entsprechende Nut eines auf der Welle sitzenden Körpers eingreift und auf diese Weise die Kolbenbewegung auf die Welle überträgt. Die beiden Zylinder arbeiten im Viertakt. Gehen beide Kolben nach außen, so wird im mittleren Gehäuse zwischen beiden Kolben Ladung angesaugt, während in dem einen Zylinder der Auspuff, in dem anderen die Verdichtung stattfindet. Gehen hierauf die Kolben gleichzeitig nach innen, so wird aus dem mittleren Gehäuse die Ladung durch ein selbsttätiges Ventil am Kolben in den ersten Zylinder übergedrückt, im zweiten Zylinder findet Verbrennung statt, wobei der Verbrennungsdruck das selbsttätige Ventil dieses Kolbens geschlossen hält. Gehen die Kolben wieder auseinander, so findet nun im ersten Zylinder Verdichtung und im zweiten Auspuff statt. Die mittlere Welle ist gegen die Verbrennungsräume durch eine Büchse geschützt, auf der die ringförmigen, selbsttätigen Ventile der Kolben gleiten. (D. R. P. Nr. 290 893.)

Gleichfalls parallel zur Welle liegende Zylinder weist eine Mehrzylindermaschine von Wilhelm Fröhlich in Wannsee bei Berlin auf. Hier sind jedoch die Zylinder um die Welle herum angeordnet und in jedem Zylinder spielen zwei gegenläufige Kolben, deren Bewegung in bekannter Weise auf die mittlere Welle übertragen wird. Die vorderen Räume der Zylinder dienen als Ladepumpen und fördern Spülluft und Gemisch unter dem zur selbsttätigen Einströmung in die Arbeitszylinder erforderlichen Druck. Der eine Kolben jedes Zylinders verdichtet hinter sich die Spülluft, der andere das Gemisch, wobei sowohl die Saugkammern als auch die Druckkammern in der hohlen Welle untergebracht sind. Die Welle selbst wirkt als Verteilungsschieber. Sobald der zwischen beiden Kolben befindliche Verbrennungsraum mit Gemisch aus dem Vorratsraum der hohlen Welle geladen ist, wird der Zuführungskanal mit dem Saugraum der Pumpe verbunden, um das im Kanal zurückgebliebene Gemisch in die Saugkammer zurückzusaugen. Gleichzeitig wird dieser Kanal mit der Vorratskammer für Spülluft verbunden, um das abgesaugte Gemisch durch Luft zu ersetzen. Gemischverluste können infolgedessen nicht entstehen. Ö. P. Nr. 73 073.)

Abb. 6 zeigt eine Erfindung des Dr. Georg Klingenberg in Charlottenburg. Oberhalb des Arbeitszylinders *a* ist der Pumpenzylinder *e* angeordnet, dessen Kolben *f* mit dem Arbeitskolben *b* durch Traverse *g* und Zugstangen *h* verbunden ist. Beim Aufwärtsgang beider Kolben erfolgt die Ansaugung des Gemisches durch die Kammer *i* und Ventile *k* in den Pumpenzylinder *e* und die Verdichtung der Ladung in dem im Zweitakt arbeitenden Zylinder *a*. Beim Abwärtsgang wird das Gemisch in *e* verdichtet, in *a* findet Verbrennung statt. Sobald Kolben *b* die Auspuffschlitze *o* freilegt, erfolgt der Auspuff, worauf der Kolben *f* das Ventil *l* aufstoßt und das unter geringem Druck stehende Gemisch in den Wohnungsraum übertritt, die Verbrennungsrückstände vor sich herschiebend. Da das Überströmventil gesteuert wird, kann man mit sehr mäßigem Enddruck im Ladezylinder auskommen, so daß der Kompressor samt seinen Teilen sehr leicht ausgeführt werden kann. (D. R. P. Nr. 291 479.)

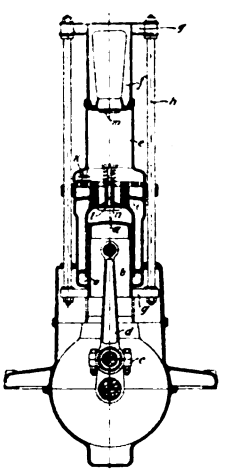


Abb. 6.

Die Arbeitskurbeln von Mehrzylindermaschinen werden in der Regel um gleiche Winkel gegeneinander versetzt angeordnet, um einen Ausgleich der von den bewegten Teilen herrührenden Massenkräfte zu erzielen. Die Kompressorkurbel wird in diesem Falle gegen eine der Arbeitskurbeln um 180° versetzt und die an diese Kurbel angelenkten Massen mit einer Zusatzmasse vom Gewichte der auf gleichen Kurbelradius bezogenen bewegten Kompressorteile versehen. Dadurch werden aber nur die Massenkräfte erster Ordnung, nicht aber jene höherer Ordnung ausgeglichen. Die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. in Augsburg erzielt einen Ausgleich der vom Kompressor herrührenden Massenkraft bis zur gleichen Ordnung, bis zu der die bewegten Massen der Arbeitskurbeln für sich allein ausgeglichen sind, indem sie die Kompressorkurbel mit einer der Arbeitskurbeln gleichrichtet und die an die übrigen Arbeitskurbeln angelenkten bewegten Massen je mit Zusatzmassen vom Gewichte der bewegten reduzierten Kompressormassen belastet. Die bewegte Kompressormasse mit den genannten Zusatzmassen einerseits und die bewegten Arbeitszylindermassen andererseits bilden zwei getrennte Systeme, die beide in bezug auf die Massenkräfte bis zur gleichen Ordnung ausgeglichen sind. Überdies wird hiebei die Kurbelanordnung so getroffen, daß sich die von den bewegten Kompressor- und Zusatzmassen und die von den bewegten Massen der Arbeitszylinder herrührenden Massenmomente geometrisch subtrahieren, so daß sich auch die Massenmomente möglichst ausgleichen. (D. R. P. Nr. 290 000.)

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Sicherheitsvorschriften

für elektrische Starkstromanlagen.

Herausgabe eines 9. Anhanges; Abänderung des 4. Anhanges.

Das k. u. k. Kriegsministerium hat dem Elektrotechnischen Vereine in einer Zuschrift mitgeteilt, daß infolge des Mangels an Rohgummi die von der Privatindustrie und den Elektrizitätswerken angeforderte große Menge von Gummihandschuhen nicht zugewiesen werden kann; da voraussichtlich auch in den nächsten Jahren Rohgummi nicht zur Verfügung stehen dürfte, regt das k. u. k. Kriegsministerium eine zeitgemäße Änderung der im II. Teil der „Sicherheitsvorschriften" enthaltenen Bestimmungen über die Verwendung der Gummihandschuhe an.

Das Regulativkomitee (Obmann Herr Hofrat Prof. Hochenegg) hat die Einschränkung der Verwendung von Gummihandschuhen bei elektrischen Anlagen eingehender Beratung unterzogen und als Ergebnis dieser Beratung die nachfolgenden von Herrn Hofrat Hochenegg verfaßten Bestimmungen als 9. Anhang zu den „Sicherheitsvorschriften" beschlossen.

Digitized by Google

Bei diesem Anlasse hat das Regulativkomitee auch eine Abänderung der Ausführungsvorschriften für die im 4. Anhang der „Sicherheitsvorschriften" aufgenommenen isolierten Leitungen mit Papier als Isolationsmaterial beschlossen. In den Paragraphen 57 B und 58 B ist für isolierte Leitungen mit Isolation PU, bezw. Pg unter „*a*) Ausführung" vorgeschrieben, daß die Isolation „mit Pergamentpapier mit Überlappung umwickelt und mit einer mit geeigneter Masse getränkten faserigen Umflechtung versehen" sein muß; diese Umflechtung kann bei Mehrfachleitungen auch eine gemeinsame sein. Mit Rücksicht auf den derzeitigen Mangel an den zur Herstellung der faserigen Umflechtung notwendigen Materialien, hat das Regulativkomitee die untenstehende Abänderung der Ausführungsvorschriften für Isolation PU und Pg beschlossen.

Der 9. Anhang der „Sicherheitsvorschriften" und die Abänderung des 4. Anhanges gelangen hiemit im Sinne der von der XXXII. ordentlichen Generalversammlung der Vereinsleitung erteilten Ermächtigung — etwa durch die Kriegsverhältnisse sich als notwendig erweisende Ergänzungen und Abänderungen der „Sicherheitsvorschriften" im eigenen Wirkungskreise herauszugeben — zur Veröffentlichung. Um die behördliche Anerkennung wird angesucht werden. *Die Vereinsleitung.*

9. Anhang

betreffend die Einschränkung der Verwendung von Gummihandschuhen.

Da die Beschaffung von Paragummi derzeit auf Schwierigkeiten stößt, muß für die Kriegs- und Übergangszeit die Verwendung von Gummihandschuhen auf das äußerste eingeschränkt werden.

Dies ist auch in weitgehendem Maße möglich, indem man vor allem auf die Benutzung von Gummihandschuhen für die linke Hand, die ja überhaupt äußerst selten verwendet werden, verzichtet und auch die Gummihandschuhe für die rechte Hand nur in jenen Fällen benützt, in welchen sie nicht durch Anwendung anderer Schutzmittel erübrigt werden können.

In jenen Fällen, in welchen nur die Gefahr des Erdschlusses besteht, wird eine zuverlässig gegen Erde isolierende Standfläche, zum Beispiel ein von Isolatoren getragener Holzrost oder bei geringeren Spannungen ein trockenes Brett auf Querleisten aufgelegt genügenden Schutz bieten und die Verwendung eines isolierenden Handschuhes überhaupt unnötig sein. Ist eine vollkommen isolierende Standfläche nicht vorhanden oder beschaffbar und deshalb mit einer unvollkommen isolierenden Unterlage das Auslangen zu suchen, so empfiehlt es sich, vor allem die rechte Hand und soferne auch die linke Hand bei der Arbeit benützt wird, auch diese, zum Schutze gegen unmittelbare Berührung leitender Teile mit einem isolierenden Handschuh auszurüsten. Bis Spannungen von 600 V gegen Erde bieten Handschuhe aus starkem Leder, soferne sie trocken sind, ausreichenden Schutz. Es werden daher in trockenen Räumen, wie auch im Freien, soferne die Handschuhe gegen Feuchtigkeit (Regen) geschützt werden können, bis zu einer Spannung von 600 V gegen Erde Lederhandschuhe genügen und deshalb Gummihandschuhe nur dann nötig werden, wenn die Spannung 600 V gegen Erde überschreitet oder bei geringeren Spannungen, wenn es sich um feuchte und erdschlußgefährliche Räume handelt.

Aber auch in solchen Räumen werden häufig andere Mittel zum Schutze angewendet werden können. So wird man zum Beispiel in Akkumulatorenräumen, besonders bei Batterien für höhere Spannungen, die Trennung der Batterie in kleinere Gruppen vorsehen, um ohne irgend welche Gefahr an den Zellen Arbeiten vornehmen zu können.

Bei Arbeiten an stromführenden Teilen in der Nachbarschaft von geerdeten Teilen oder von stromführenden Teilen anderer Polarität wird bei Spannungsunterschieden bis 600 V das Auslangen mit trockenen Lederhandschuhen gefunden werden können, so daß die Verwendung von Gummihandschuhen auf jene Fälle beschränkbar ist, in welchen es nicht möglich ist, die Berührung mit nachbarlichen Teilen durch isolierende Zwischenlagen (Mikanit, Seidentücher u. dgl.) zu vermeiden und wo höhere Spannungen, zum Beispiel über 1000 V, in Betracht kommen.

Das Herausnehmen und Einsetzen von unter Spannung stehenden Sicherungen und Unterbrechungsstücken kann erfahrungsgemäß mit isolierender Zange, deren Handgriffe überdies geerdet sind, auch ohne Gummihandschuhe gefahrlos erfolgen, weshalb die im II. Teile der Sicherheitsvorschriften unter 2. *e* geforderte Verwendung von Gummihandschuhen fallen gelassen wird.

Endlich wird während der Kriegs- und Übergangszeit dem Mangel an zuverlässig isolierenden Gummihandschuhen auch dadurch Rechnung getragen werden können, daß das Arbeiten an stromführenden Teilen durch Ausschalten der betreffenden Leitungsteile vermieden und die dadurch nötig werdende Betriebsunterbrechung in Kauf genommen wird.

Um dem Mangel an Paragummi Rechnung zu tragen und in Anbetracht der Möglichkeit vorstehend erörterter Vorkehrungen hat das Regulativkomitee des Elektrotechnischen Vereines in Wien beschlossen, nachstehend mitgeteilte Änderungen an den Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen vorzunehmen:

A. Der 2. Absatz des Punktes II 1 *A b* (Seite 94 der Sicherheitsvorschriften) hat fernerhin zu lauten:

„Arbeiten an stromführenden Teilen sollen nur von besonders geschulten Leuten und wenn möglich von isolierender Standfläche aus erfolgen.

Ist eine solche nicht vorhanden und sind weder Gummischuhe noch eine isolierende Unterlage beschaffbar, so sind die Arbeiten an stromführenden Teilen nur unter Benützung isolierender Handschuhe vorzunehmen.

Als solche genügen bis 600 V gegen Erde starke Lederhandschuhe, soferne sie trocken sind.

In feuchten Räumen oder bei Regen im Freien, wo Gefahr besteht, daß etwa verwendete Lederhandschuhe feucht und dadurch mangelhaft isolierend werden, sind Gummihandschuhe zu benützen.

Vor Benützung sind die Handschuhe auf Zuverlässigkeit hinsichtlich ihrer isolierenden Eigenschaft zu untersuchen."

B) Der vorletzte Absatz des Punktes II. 2. *e*) hat fernerhin zu lauten:

„Das Herausnehmen und Einsetzen von unter Spannung stehenden Sicherungen und Unterbrechungsstücken, die nicht so konstruiert sind, daß man sie ohne weiteres gefahrlos bedienen kann, hat mit isolierender Zange oder mit isolierenden Haken, deren Handgriffe überdies geerdet sind, zu erfolgen."

Abänderung des 4. Anhanges der Sicherheitsvorschriften.

Im § 57 *B.* „Isolierte Leitungen, Isolation PU" erhält der 1. Absatz folgende Fassung:

a) Ausführung: Isolation PU besteht aus mehreren Lagen getränkten Papieres, das sorgfältig getrocknet, mit einer nicht brüchig werdenden zähen Isoliermasse gut imprägniert und mit einer entsprechenden Umhüllung versehen wird. Bei Mehrfachleitungen kann diese Umhüllung auch eine gemeinsame sein. Die Stärke der Papierschichte muß den im § 57 *A* der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen (Anhang 2) enthaltenen Bestimmungen für MP-Leitungen mindestens entsprechen.

Im „§ 58 *B.* Isolierte Leitungen, Isolation Pg" erhält der 1. Absatz folgende Fassung:

a) Ausführung: Isolation Pg besteht aus mehreren Lagen getränkten Papieres, das sorgfältig getrocknet, mit einer nicht brüchig werdenden zähen, gegen Feuchtigkeit schützenden Isoliermasse gut imprägniert und mit einer entsprechenden Umhüllung versehen wird. Bei Mehrfachleitungen kann diese Umhüllung auch eine gemeinsame sein. Die Stärke der Papierschichte muß den im § 57 *A* der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen (Anhang 2) enthaltenen Bestimmungen für MP-Leitungen mindestens entsprechen.

Vorträge.

Elektrotechnischer Verein in Wien.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Der Elektrotechnische Verein und der Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie veranstalten gemeinsam einen Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Die Vorträge werden im Festsaale des Niederösterr. Gewerbevereines, Wien I, Eschenbachgasse 11, abgehalten werden. Derzeit steht folgendes Programm fest:

Mittwoch den 23. Jänner, halb 7 Uhr abends: Einleitung des Vortragszyklus durch Herrn Hofrat Prof. Karl Hochenegg; sodann Vortrag des Herrn Dr. Ing. E. E. Seefehlner über „Die elektrische Zugförderung auf der Puget-Sound-Strecke der Chicago-Milwaukee-St. Paul-Bahn als Anregung und Vorbild für den elektrischen Betrieb auf den österreichischen Gebirgsbahnen".

Mittwoch den 6. Februar, halb 7 Uhr abends: Vortrag des Herrn Ingenieur P. Poschenrieder: „Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen."

Das weitere Vortragsprogramm wird rechtzeitig bekanntgegeben werden.

Österreichischer Verband des Vereines Deutscher Ingenieure.

Am Dienstag den 22. Jänner 1918, dreiviertel 7 Uhr abends, findet im Kleinen Saale des Industriehauses ein Vortrag des Herrn Dr. Friedrich Hertz über „Die Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege" statt.

Die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereines sind zu diesem Vortrage eingeladen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
27. Jänner 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 4.
36. Jahrgang.

INHALT:

Strombelastung von Metallschienen. Von F. Niethammer 37
Das Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetallen. Dipl. Ing. A. Lang 44
Rundschau 46
Chronik 47
Literaturbericht 47
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 48
Vereinsnachrichten 48

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Strombelastung von Metallschienen*).

Von **F. Niethammer**, Prag.

Infolge des Krieges müssen vielfach an Stelle des Kupfers für Sammelschienen und Verbindungsleitungen im Schalttafel- und Apparatenbau andere Metalle, nämlich Aluminium, Zink, Eisen und Elektron verwendet werden. Das von der chemischen Fabrik Griesheim-Elektron hergestellte Leichtmetall Elektron besteht im wesentlichen aus Magnesium und hat ein spezifisches Gewicht 1·8; Verbindungsstellen und Biegungen verlangen bei Elektron besondere Aufmerksamkeit.

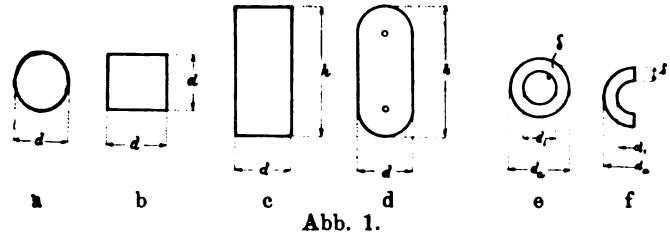


Abb. 1.

Entsprechend Abb. 1a bis d kann der Schienenquerschnitt voll kreisrund vom Durchmesser d, quadratisch von der Seite d, rechteckig von der Dicke d und Höhe h, abgerundet rechteckig oder oval sein; aus Eisen kommen als besonders vorteilhaft in Frage: Rohre mit kreisförmigem Querschnitt (Abb. 1e: Außendurchmesser d_a, Innendurchmesser d_i, Wandstärke δ, mittlerer Durchmesser d_d), geschlitzte Rohre (Abb. 3) mit einer Schlitzbreite $= b$, Halbrohre (Abb. 1f), Eisenbahnschienen (Abb. 2), I-U-L-Eisen und andere Normalprofileisen. Die Abmessungen der Profileisen findet man in der „Hütte" *I*, ebenso die von Rohren aus Kupfer und Messing sowie die von Gasrohren, Muffenrohren, Heiz- und Siederohren.

1. Grundgleichungen für die Erwärmung.

Die für die Erwärmung maßgebende Beziehung lautet in ihrer einfachsten Näherungsform für Dauerbetrieb: Die Stromwärme ist gleich der an der Oberfläche abgegebene Wärme oder

$$I^2 R = k F t \quad \ldots \ldots \quad 1).$$

I ist die effektive Stromstärke in Amp., R der wirksame (Wechselstrom)-Widerstand in Ohm einschließlich Wirbelströme und Hysteresis, F die ganze Schienenoberfläche in cm², t die Übertemperatur über die Umgebung und k die Wärmeabgabezahl in W pro 1° C und pro cm² Oberfläche. Nach Versuchen von Hinlein ist für blanke Kupferoberflächen $k = 1/2720$, für mattschwarz gestrichene Flächen $k = 1/1630$. Nach Versuchen von Ott ist dagegen für blanke Blechpakete $k = 1/460$ und für mattlackierte $k = 1/333$. Nach Teichmüller und Humann ist für frei gespannte blanke Kupferdrähte vom Durchmesser d in mm

$$I = t\,(3{\cdot}1\,d^2 + 1{\cdot}2\,d^3) \quad \ldots \ldots \quad 2).$$

Für große Querschnitte, wie das für die hier behandelten Schienen zutrifft, kann das quadratische Glied vernachlässigt werden und aus 2) folgt dann $k = 1/1200\,.\,k$ hängt etwas von der Übertemperatur t ab, zwischen $t = 0$ und 100° ist etwa $k = k_0(1 + 0{\cdot}015\,t)$. Auf Grund vorstehender Zahlenwerte glaube ich berechtigt zu sein, für gewöhnliche blanke Metallschienen reichlich und sicher mit $\boxed{k = 1/1000}$ rechnen zu können. Sind die Schienen glänzend poliert, so wird man besser mit etwa $k = 1/1200$ und, wenn sie mattlakiert sind, mit etwa $k = 1/700$ rechnen.

In den Sicherheitsvorschriften des Elektrotechnischen Vereines in Wien ist im § 64 für blanke und isolierte Leitungen mit $k = \frac{1}{700}$ gerechnet; Hoppe rechnet mit $k = 1/900$.

Ist l in mm die Schienenlänge, s der Schienenquerschnitt in mm², ρ die Widerstandszahl in Ω pro m und mm² und u der Umfang des Schienenquerschnittes in mm, so wird

$$R = \rho\,\zeta\,\frac{l}{1000\,.\,s} \text{ und } F = \frac{u}{10}\cdot\frac{l}{10} \quad \ldots \quad 3).$$

ζ ist ein Zuschlag wegen der Stromverdrängung oder Hautwirkung, $\zeta = R/R_g$ = Wechselstromwiderstand R zu Gleichstromwiderstand R_g; ζ kann namentlich bei Eisen leicht Werte von 5 bis 10 annehmen und darf bei Schienen nicht außeracht bleiben.

Damit ergibt sich aus 1) für den in einer Schiene zulässigen Strom I, wenn Umfang u und Querschnitt s in mm ausgedrückt wird,

$$\boxed{I = \sqrt{10\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)(u\,s)}\Big|_{k=\frac{1}{1000}} = \frac{1}{10}\sqrt{\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)(u\,s)}} \quad 4).$$

Ist j die Stromdichte in A/mm², also $j = I : s$, so wird die in der Schiene zulässige Stromdichte

$$\boxed{j = \sqrt{10\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\left(\frac{u}{s}\right)}\Big|_{k=\frac{1}{1000}} = \frac{1}{10}\sqrt{\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\left(\frac{u}{s}\right)}} \quad 5).$$

ρ hängt von der Temperatur $(t + t_r)$ der Schiene ab; es ist $\rho = \rho_0\,\{1 + \alpha\,(t + t_r)\}$, wenn $t_r (\leqq 35°)$ die Raumtemperatur und ρ_0 für die Schienentemperatur 0 gilt.

Als zulässige Übertemperatur wird man in der Regel $t = 20$ bis 35° C, selten mehr ansetzen.

Für ρ_0, α und einen in den Erwärmungsberechnungen zu benützenden Durchschnittswert ρ kann man folgende Zahlen annehmen:

*) Veranlaßt durch einen Aufsatz von F. Hoppe, EKB 1917, Heft 22.

Digitized by Google

Tabelle I.

	Spezifischer Widerstand ρ_0 bei 0°	Temperaturkoeffizient α	Durchschnittswert ρ	Spezifisches Gewicht γ
Kupfer . .	0·017	0·0037	0·02*)	8·9
Messing .	0·07	0·0015	0·075	8·7
Aluminium	0·025	0·0039	0·035	2·7
Zink . . .	0·060	0·004	0·07	7·2
Eisen . .	0·12	0·005	0·15**)	7·8
Gußeisen .	0·9	0·005	1·0	7·5
Elektron .	0·042	0·0038	0·05	1·8

*) Für Kriegskupfer bis 0·03.
**) Es gibt Eisensorten mit $\rho = 0{\cdot}5$, für Stahl ist $\rho = 0{\cdot}15$ bis $0{\cdot}4$. Für Eisenbahn- und Kontaktschienen ist $\rho = 0{\cdot}14$ bis $0{\cdot}22$ und $\alpha = 0{\cdot}003$ bis $0{\cdot}005$. Es wird vielfach übersehen, daß für Gußeisen der spezifische Widerstand das 6- bis 8fache desjenigen von Schmiedeeisen ist. Unter Eisen soll weiches Schmied- und Flußeisen verstanden sein.

Die beiden Ausdrücke 4) und 5), auf die sich alles Nachstehende aufbaut, sind Näherungsformeln, bei kleinen Querschnitten sind wesentlich höhere Strombelastungen I und j zulässig als die Gleichungen 4) und 5) ergeben.

Da der erforderliche Schienenquerschnitt $s = I/j$ ist, so fällt das erforderliche Schienengewicht um so kleiner aus, je größer man die Stromdichte j wählen kann. Das erforderliche Schienengewicht G pro m Länge und pro Amp. ist in Gramm

$$G = \gamma/j = \sqrt{\frac{\gamma^2}{10\,k}\left(\frac{\rho\,\zeta}{t}\right)\left(\frac{s}{u}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad 6),$$

wenn γ das spezifische Gewicht in kg/dm³ ist.

2. Vergleich der Querschnittsformen.

Für den kreisförmigen Querschnitt (Abb. 1a) wird $s = \frac{\pi d^2}{4}$ und $u = \pi d$, also $u = 2\sqrt{\pi}\,.\sqrt{s}$, somit die zulässige Stromstärke I mit $2\,.\sqrt{\pi} = 3{\cdot}54$ und $\frac{\pi}{2} = 1{\cdot}57$

$$I = \sqrt{2\sqrt{\pi}\,.\,10\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,s^{3/4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{10\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,d^3 \quad . \quad 7)$$

und die zulässige Stromdichte j

$$\left.\begin{aligned} j &= \sqrt{2\sqrt{\pi}\,.\,10\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,\frac{1}{\sqrt{s}} = \\ &2\sqrt{10\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}}\Big|_{k=\frac{1}{1000}} = \frac{1}{5}\sqrt{\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}} \end{aligned}\right\} \quad 7a).$$

Für den rechteckigen Querschnitt (Abb. 1c) ergibt sich $u = 2\,(d + h)$ und $s = d\,h$, also $u = 2\left(\sqrt{n} + \frac{1}{\sqrt{n}}\right)\sqrt{s}$, wenn $n = \frac{h}{d}$ das Verhältnis der Rechteckseiten ist; damit wird die zulässige Stromstärke I

$$\left.\begin{aligned} I &= \sqrt{20\left(\sqrt{n} + \frac{1}{\sqrt{n}}\right)k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,s^{3/4} = \\ &= \sqrt{20\,n\,(1+n)\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,d^3 \end{aligned}\right\} \quad . \quad 8)$$

und die zulässige Stromdichte

$$\left.\begin{aligned} j &= \sqrt{20\left(\sqrt{n} + \frac{1}{\sqrt{n}}\right)k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,\frac{1}{\sqrt{s}} = \\ &= \sqrt{20\left(1 + \frac{1}{n}\right)k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 8a)$$

oder

$$\left.\begin{aligned} j &= \sqrt{20\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\left(\frac{1}{h} + \frac{1}{d}\right)}\Big|_{k=1/1000} = \\ &= \frac{1}{7}\sqrt{\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\left(\frac{1}{h} + \frac{1}{d}\right)} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 8b).$$

Sobald $n \gg 1$, wird für Rechteckschienen

$$I = \sqrt{20\sqrt{n}\,.\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,s^{3/4} = n\sqrt{20\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,d^3 \quad 8c)$$

und

$$j = \sqrt{20\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8d)$$

Beim quadratischen Querschnitt (Abb. 1b) ist $u = 4\,d$ und $s = d^2$, also $u = 4\sqrt{d}$ und die zulässige Stromstärke

$$I = \sqrt{40\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,s^{3/4} = \sqrt{40\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,d^3 \quad . \quad . \quad 9)$$

und die zulässige Stromdichte

$$j = \sqrt{40\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}}\Big|_{k=\frac{1}{1000}} = \frac{1}{5}\sqrt{\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}} \quad . \quad 9a).$$

Für den ovalen Querschnit (Abb. 1d) wird

$$u = 2\,(h - d) + \pi\,d = 2\,d\left(n + \frac{\pi}{2} - 1\right)$$

und

$$s = d\,(h - d) + \frac{\pi\,d^2}{4} = d^2\left(n + \frac{\pi}{4} - 1\right),$$

wenn $n = \frac{h}{d}$ das Seitenverhältnis ist, somit wird die zulässige Stromstärke

$$\left.\begin{aligned} I &= \sqrt{20\left(n + \frac{\pi}{2} - 1\right)\left(n + \frac{\pi}{4} - 1\right)k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,d^3 = \\ &= \sqrt{20\,\frac{n + \frac{\pi}{2} - 1}{\left(n + \frac{\pi}{4} - 1\right)^{1/2}}\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,s^{3/4} \end{aligned}\right\} \quad 10).$$

Ist $n \gg 1$, so wird wie in Gleichung 8c)

$$I = n\sqrt{20\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,d^3 = \sqrt{20\sqrt{n}\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)}\,s^{3/4} \quad 10a).$$

Die zulässige Stromdichte ist beim ovalen Querschnitt

$$\left.\begin{aligned} j &= \sqrt{20\,\frac{n + \frac{\pi}{2} - 1}{n + \frac{\pi}{4} - 1}\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}} \\ &\sqrt{20\,\frac{n + \frac{\pi}{2} - 1}{\left(n + \frac{\pi}{4} - 1\right)^{1/2}}\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{\sqrt{s}}} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 10b)$$

oder für $n \gg 1$

$$j = \sqrt{20\,k\left(\frac{t}{\rho\,\zeta}\right)\frac{1}{d}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10c).$$

Beim röhrenförmigen Querschnitt (Abb. 1e) findet man, wenn nur die Außenfläche für die Kühlung als wirksam angesehen wird, $u = \pi\,d_a = n\,\delta$ und $s = \pi\,(d_a - \delta)\,\delta = \delta^2\,(n - \pi)$, sofern $n = \frac{\pi\,d_a}{\delta}$ = Außenumfang: Wandstärke ist. Ist $n \gg \pi$, so wird $s = \delta^2\,n$. Für die zulässige Stromstärke I folgt

Digitized by Google

$$I = n\sqrt{10\left(1-\frac{\pi}{n}\right)k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)\delta^3} = \sqrt{10\sqrt{\frac{n}{\left(1-\frac{\pi}{n}\right)}k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)s^{3/2}}} \quad \ldots \quad 11)$$

und für die zulässige Stromdichte

$$j = \sqrt{10\frac{1}{1-\frac{\pi}{n}}k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)\frac{1}{\delta}} = \sqrt{10\sqrt{\frac{n}{\left(1-\frac{\pi}{n}\right)}k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)\frac{1}{\sqrt{s}}}} \quad \ldots \quad 11a).$$

Ist $n \gg \pi$, so wird

$$I = n\sqrt{10\,k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)\delta^3} \text{ und } j = \sqrt{10\,k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)\frac{1}{\delta}} \quad 11b).$$

Man kann also für alle behandelten Querschnitte für Strom und Stromdichte

$$\boxed{I = \sqrt{10\beta k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)s^{3/2}} \text{ und } j = \sqrt{10\beta k\left(\frac{t}{\rho\zeta}\right)\frac{1}{\sqrt{s}}}} \quad 12)$$

setzen. Dabei ist für den Kreis $\beta = 2\sqrt{\pi} = 3{\cdot}54$, für das Quadrat $\beta = 4$, für das Rechteck

$$\beta = 2\left(\sqrt{n}+\frac{1}{\sqrt{n}}\right) \eqsim 2\sqrt{n},$$

für das ovale Rechteck

$$\beta = 2\frac{n+\frac{\pi}{2}-1}{\sqrt{n+\frac{\pi}{4}-1}} \eqsim 2\sqrt{n}$$

und für das Rohr (den Hohlzylinder)

$$\beta = \sqrt{\frac{n}{1+\frac{\pi}{n}}} \eqsim \sqrt{n}.$$

Der für einen bestimmten Strom I erforderliche Querschnitt s ist

$$s = \left(\frac{I^2 \cdot \rho\zeta}{10\beta k t}\right)^{2/3} \quad \ldots \quad 13).$$

Nach Gleichung 7a) wird die zulässige Stromdichte j um so kleiner und das Gewicht G pro m und A um so größer, je größer beim Kreisquerschnitt der Durchmesser d wird; dasselbe gilt nach Gleichung 9a) für die Quadratseite d. Je stärker runde und quadratische Schienen werden, desto unwirtschaftlicher werden sie, desto mehr Material wird bei gleicher Übertemperatur vergeudet. Diesem Übelstand läßt sich dadurch abhelfen, daß man mit wachsendem Strom I mehrere (m) runde oder quadratische Schienen parallel schaltet, wodurch der in Gleichung 7a) oder 9a) einzusetzende Einzeldurchmesser d auf $d:\sqrt{m}$ herabgedrückt wird. Dasselbe erzielt man durch Anwendung hoher dünner Rechteckschienen oder dünnwandiger Rohre. Vernachlässigt man zunächst die Stromverdrängung, setzt man demnach $\zeta = 1$, was für Gleichstrom zutrifft, so verhalten sich für dieselbe Stromstärke I bei sonst gleichen Verhältnissen die erforderlichen Querschnitte s_k, s_q, s_r, s_h beim Kreis, Quadrat, Rechteck und Hohlzylinder (Rohr), wie folgende Zahlen:

$$s_k : s_q : s_r : s_h = \left(\frac{1}{2\sqrt{\pi}}\right)^{2/3} : \left(\frac{1}{4}\right)^{2/3} : \left(\frac{1}{2\sqrt{n}+\frac{1}{\sqrt{n}}}\right)^{2/3} : \left|\sqrt{\frac{1-\frac{\pi}{n}}{n}}\right|^{2/3} \quad 14).$$

Für $n = 10$ beim Rechteck und $n = 50$ beim Rohr werden beispielsweise die erforderlichen Querschnitte

$$s_k : s_q : s_r : s_h = 1 : 0{\cdot}92 : 0{\cdot}66 : 0{\cdot}62.$$

Der erforderliche Querschnitt s oder das pro A und m Länge erforderliche Gewicht G wird um so kleiner, je dünner die Schiene im Verhältnis zur Höhe und je schwächer das Rohr im Verhältnis zum Rohrdurchmesser gemacht wird.

Für die zulässigen Stromdichten j_k, j_q, j_r, j_h beim Kreis, Quadrat, Rechteck und Hohlzylinder gilt folgendes Verhältnis

$$j_k : j_q : j_r : j_h = \sqrt{\frac{4}{d}} : \sqrt{\frac{4}{d}} : \sqrt{\frac{2\left(1+\frac{1}{n}\right)}{d}} : \sqrt{\frac{1}{\delta\left(1-\frac{\pi}{n}\right)}} \quad 15).$$

3. Vergleich der verschiedenen Schienenmaterialien.

Für Kupfer kann man, sofern man mit der Schienendicke d unter 10 bis 15 mm und mit der Rohrdicke unter 3 bis 5 mm bleibt, die Schienenabmessungen immer so wählen, daß eine Stromdichte von 2 A/mm² zulässig wird. Da bei gleicher Querschnittsform die Belastungsfähigkeit oder die zulässige Stromdichte j proportional $\sqrt{\frac{1}{\rho}}$ ist, so ergibt sich für die anderen Metalle gegenüber Kupfer folgende Belastungsfähigkeit:

Für Aluminium	75%
„ Elektron	63%
„ Messing	50%
„ Zink	53%
„ Eisen	40%
„ Gußeisen	15%.

Damit läßt sich folgende Tabelle II für die zulässige Stromdichte j und das pro A und m Länge erforderliche Schienengewicht G nach Gleichung 6) aufstellen:

Tabelle II. Querschnitt s in mm², Umfang u, Stärke d und δ in mm.

	Höchstzulässige Stromdichte j in A/mm²	Gewicht G pro A und m in Gramm	Zulässiger Strom I in A	Strom I für Kreisquerschnitt	Strom I für Rechteckschienen, $n = b/d$	Strom I für Rohre $n = \pi d_a/\delta$
Kupfer	2·0	4·45	$4\sqrt{s\,u}$	$6{\cdot}3\,d^{3/2}$	$5{\cdot}6\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$4{\cdot}0\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$
Messing	1·0	8·7	$2\sqrt{s\,u}$	$3{\cdot}1\,d^{3/2}$	$2{\cdot}8\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$2{\cdot}0\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$
Aluminium	1·5	1·7	$3\sqrt{s\,u}$	$4{\cdot}7\,d^{3/2}$	$4{\cdot}2\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$3{\cdot}0\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$
Zink	1·1	6·5	$2{\cdot}2\sqrt{s\,u}$	$3{\cdot}5\,d^{3/2}$	$3{\cdot}1\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$2{\cdot}2\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$
Eisen	0·8	9·7	$1{\cdot}6\sqrt{s\,u}$	$2{\cdot}5\,d^{3/2}$	$2{\cdot}2\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$1{\cdot}6\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$
Gußeisen	0·3	25·0	$0{\cdot}6\sqrt{s\,u}$	$0{\cdot}9\,d^{3/2}$	$0{\cdot}8\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$0{\cdot}6\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$
Elektron	1·3	1·4	$2{\cdot}6\sqrt{s\,u}$	$4{\cdot}1\,d^{3/2}$	$3{\cdot}6\sqrt{n(1+n)}\,d^3$	$2{\cdot}6\sqrt{n(n-\pi)}\,\delta^3$

Digitized by Google

Geht man mit der Schienenstärke d bis auf 2 mm oder mit der Rotorstärke δ bis auf 1 mm herab, so sind Stromdichten j zulässig, die doppelt so hoch sind als in Tafel II erste Spalte.

Bei 50periodigem Wechselstrom kommt die Stromverdrängung hinzu; die zulässige Stromdichte muß dann noch kleiner gemacht werden, die erforderlichen Angaben folgen. Bei allen nichtmagnetischen Metallen wird dieser Einfluß in gewöhnlichen Fällen fast vernachlässigt werden können, bei Eisen (Schmiedeisen) kann jedoch $\zeta = 2$ bis 5 und mehr werden. Deshalb darf für Wechselstrom durchflossene Eisenschienen nur mit 20 bis 30% der Stromdichte von Kupfer oder mit etwa $j = 0{\cdot}4$ bis $0{\cdot}6$ A/mm² also mit dem zulässigen Strom $I = 0{\cdot}8\sqrt{s\,u}$ bis $1{\cdot}2\sqrt{s\,u}$ gerechnet werden.

Schreibt man die Stromdichte j zum Beispiel nach Tabelle II erste Spalte vor, so ergibt sich für den Durchmesser d des Kreisquerschnittes und für die Quadratseite d

$$d \leqq \frac{40\,k\,t}{j^2\,\rho\,\zeta} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 16),$$

für die Stärke d von Rechteckschienen

$$d \leqq \frac{20\left(1+\frac{1}{n}\right)k\,t}{j^2\,\rho\,\zeta}\Bigg|_{n\ \text{groß}} = \frac{20\,k\,t}{j^2\,\rho\,\zeta} \quad \ldots \quad 16a)$$

und für die Rohrstärke δ von Hohlzylindern

$$\delta \leqq \frac{10\left(\frac{1}{1-\pi/n}\right)k\,t}{j^2\,\rho\,\zeta}\Bigg|_{n\ \text{groß}} = \frac{10\,k\,t}{j^2\,\rho\,\zeta} \quad \ldots \quad 16b).$$

Tabelle III für die Widerstandserhöhung $\zeta = \frac{R}{R_g}$ bei Wechselstrom.

Leiterform	Für A	ζ	Kritische Schienenstärke	Schienenstärke mit Rücksicht auf Erwärmung bei $t = 30°$
Kreisrund (Abb. 1a) oder quadratisch (Abb. 1b): $A = \frac{\pi d}{20}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$.	< 1	$= 1 + \frac{A^4}{3}$	Gibt es hier nicht. Empfehlenswert $A < 1{\cdot}1$, also $d < 7\sqrt{\frac{\rho \cdot 10^5}{\mu f}}$.	$d \leqq \frac{1{\cdot}2}{j^2(\rho\,\zeta)}$.
	$\geqq 1$	$= A + \frac{1}{4} + \frac{3}{64\,A}$		
Einzelne hohe Rechteckschiene (Abb. 1c und 1d) mit $\frac{d}{h} \approx 0$: $A = \frac{\pi d}{10}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$. Sind Schienen aus unmagnetischem Stoff sehr nahe beisammen, so ist $A = \frac{\pi d}{5}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$.	$< 1{\cdot}2$	$= 1 + \frac{4}{45}A^4$	Es sei $A < 1{\cdot}5$, also kritische Schienenstärke: $d_0 = 4{\cdot}8\sqrt{\frac{\rho \cdot 10^5}{\mu f}}$. Sind die Schienen sehr nah beisammen: $d_0 = 2{\cdot}4\sqrt{\frac{\rho \cdot 10^5}{\mu f}}$. Es sei stets $d < d_0$.	$d \leqq \frac{0{\cdot}6}{j^2(\rho\,\zeta)}$.
	$1{\cdot}3$ bis $2{\cdot}1$	$\approx (A - 0{\cdot}11)$		
	$> 2{\cdot}2$	$\approx A$		
Ist der lichte Schienenabstand $= p$, so gilt bei unmagnetischem Stoff $A = \frac{\pi d}{10}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$ und $m = \frac{\pi p}{h}$.	$< 1{\cdot}2$	$\approx 1 + \frac{A^4}{12}\left(1 + \frac{3}{1+m}\right)^2$		
	$> 2{\cdot}2$	$\approx A\left(1 + \frac{1}{(1+m)^2}\right)$		
Beliebige einzelne Rechteckschiene (Abb. 1c): $A = \frac{\pi d}{10}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$ mit $\frac{h}{d} = n$.	$< 1{\cdot}2$	$\approx 1 + \frac{A^4}{48}\left(2 - \frac{1}{n}\right)^2$		$d \leqq \frac{0{\cdot}6\left(1+\frac{1}{n}\right)}{j^2(\rho\,\zeta)}$.
	$> 2{\cdot}2$	$\approx \frac{A}{1 + \frac{1}{n}}$		
Rohr (Abb. 1e): $A = \frac{\pi \delta}{5}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$. Geschliztes Rohr*) (Abb. 3): $A = \frac{\pi \delta}{5\left(1 + \frac{\mu b}{\pi d_d}\right)}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$, wobei $\frac{\mu b}{\pi d_d} \leqq 1$ bleibt. Halbes Rohr (Abb. 1f): $A = \frac{\pi \delta}{10}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$.	$< 1{\cdot}2$	$= 1 + \frac{4}{45}A^4$	Es sei $A < 1{\cdot}5$, also kritische Rohrstärke: $\delta_0 = 2{\cdot}4\sqrt{\frac{\rho \cdot 10^5}{\mu f}}$, beim halben Rohr: $\delta_0 = 4{\cdot}8\sqrt{\frac{\rho \cdot 10^5}{\mu f}}$. Es sei stets $\delta < \delta_0$.	$d \leqq \frac{0{\cdot}3}{\left(1 - \frac{\pi}{n}\right)j^2(\rho\,\zeta)}$ oder angenähert ($n \gg \pi$): $d \leqq \frac{0{\cdot}3}{j^2(\rho\,\zeta)}$.
	$1{\cdot}3$ bis $2{\cdot}1$	$\approx (A - 0{\cdot}11)$		
	$> 2{\cdot}2$	$\approx A$		
Eisenbahnschienen (Abb. 2), Profileisen: $A = 2\pi\frac{s}{u}\sqrt{\frac{\mu f}{\rho \cdot 10^5}}$, wobei s = Schienenquerschnitt, u = äußerer Schienenumfang.	> 2	$\approx A$		

*) $d_d = d_a - \delta$.

Digitized by Google

4. Widerstandserhöhung ζ durch Hautwirkung oder Stromverdrängung.

Die Werte für $\zeta = \frac{R}{R_g}$, die besonders bei Wechselstromdurchflossenen Eisenschienen berechnet werden müssen, sind aus Tabelle III (Seite 40), die sich auf meine früheren Aufsätze über Stromverdrängung*) stützt, zu entnehmen. Die Maße sind wie bisher in mm eingesetzt, f = Per/s, μ = Permeabilität, ρ = Widerstandskoeffizient in Ω pro m und mm².

Bei der in der Tabelle III angegebenen kritischen Schienenstärke d_0 wird der Wechselstromwiderstand $R = \zeta R_g$ ein Minimum; macht man die Stärke $d > d_0$, so steigt R. Über d_0 zu gehen bedeutet eine Materialvergeudung. μ ist vom Strom I abhängig. Für Schmiedeisen und weichen Stahl rechne man mit

$$\sqrt{\frac{\mu}{\rho . 10^5}} = 0{\cdot}1 \text{ bis } 0{\cdot}3$$

bei normaler Strombelastung $j = 0{\cdot}5$ bis $1{\cdot}2$ und entsprechend einem Höchstwert von $\mu = 3300$ mit

$$\sqrt{\frac{\mu}{\rho . 10^5}} = \sqrt{\frac{3300}{15\,000}} = 0{\cdot}5$$

im ungünstigsten Fall bei sehr schwacher Strombelastung j, siehe E. u. M. 1917, Seite 44. Für Gußeisen ist $\sqrt{\frac{\mu}{\rho . 10^5}} \eqsim 0{\cdot}04$ und entsprechend einem größten $\mu = 800$ wird maximal

$$\sqrt{\frac{\mu}{\rho . 10^5}} = \sqrt{\frac{800}{100\,000}} = 0{\cdot}09.$$

In Eisenschienen sind außer den durch ζ ausgedrückten Wirbelströmen nach Hysteresisverluste P_h zu berücksichtigen; es ist dann $\zeta\,\zeta_h$ statt ζ zu schreiben. Für kreisrunde Schienen siehe ζ_h in E. u. M. 1917, Seite 45. In Abb. 2 ist nach Versuchen von Kennelly**) der Verlauf von $\zeta = \frac{R}{R_g}$ für eine Eisenbahnschiene bei $f = 60$ und 25·5 Per/s und in Abb. 3 bei $f = 60$ Per/s für ungeschlitzte, geschlitzte und halbe (Abb. 1f) Eisenrohre*) in Abhängigkeit des Belastungsstromes I dargestellt. Für die Eisenbahnschiene (Abb. 2) ist auch die Selbstinduktivität pro km der aus Oberleitung und Schiene in 6·74 m Entfernung gebildeten Schleife in m H eingetragen.

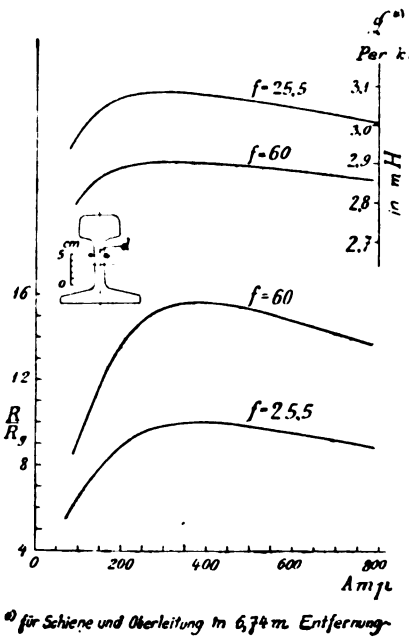


Abb. 2.

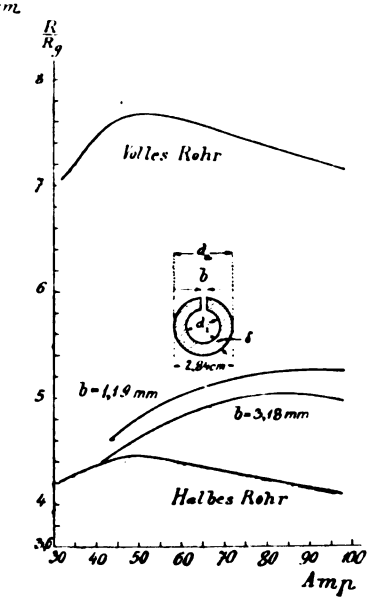


Abb. 3. Wandstärke δ = 6·35 mm.

Aus Festigkeitsgründen wird man die Schienenstärke d kaum kleiner als 2 mm und die Rohrstärke δ kaum kleiner als 1 mm machen, nach oben wird die

*) E. u. M. 1916, Seite 111 ff.; 1917, Seite 17 ff. und Seite 241.
**) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 616.

*) Die Wandstärke aller Rohre ist δ = 6·35 mm.

Tabelle IV. Höchstzulässige Schienendicke bei $f = 50$ Per/s in mm mit Rücksicht auf Stromverdrängung. In Klammern stehen die Werte, die sich bei einer Übertemperatur $t = 30°$ für die in Tabelle II angegebenen höchstzulässigen Stromdichten j ergeben.

Bei	Kupfer	Messing	Aluminium	Zink	Eisen mit $\sqrt{\frac{\mu}{\rho . 10^5}} = 0{\cdot}1$	Gußeisen mit $\sqrt{\frac{\mu}{\rho . 10^5}} = 0{\cdot}04$	Elektron
Kreisdurchmesser / Quadratseite . . . . $d <$	45 (15)	86 (15)	59 (15)	83 (15)	10 (15)	25 (15)	70 mm (15)
Stärke von hohen Rechteckschienen $d <$	30 (8)	59 (8)	40 (8)	56 (8)	6·7 (8)	17 (8)	48 mm (8)
Rohrstärke . . . . . $\delta <$	15 (4)	29 (4)	20 (4)	28 (4)	3·4 (4)	8·5 (4)	24 mm (4)

Tabelle V. Erforderliche Querschnitte für Kupferschienen bei Gleichstrombelastung.

Strom I in A	Kreisrund (Abb. 1a)			Rechteckschienen (Abb. 1c)			Rohre (Abb. 1e)			
	Durchmesser d in mm	Querschnitt s in mm²	Stromdichte j in A/mm²	Dicke d × Höhe h in mm	Querschnitt s in mm²	Stromdichte j in A/mm²	Stärke δ in mm	Außendurchmesser d_a in mm	Querschnitt s in mm²	Stromdichte ε in A/mm²
100	6·4	32	3·1	2 × 12	24	4·2	1	8·8	24·4	4·1
500	19	283	1·8	2 × 62 5 × 38	124 190	4·0 2·6	1 3	41·4 25·3	127 211	3·9 2·4
1 000	30	706	1·4	3 × 104 6 × 71	312 426	3·2 2·3	1 5	82·8 39·3	257 540	3·9 1·8
2 500	55	2 375	1·1	5 × 200 50 × 140	1000 1400	2·5 1·8	2 5	146 94	908 1400	2·8 1·8
10 000	140	15 390	0·65	10 × 570 20 × 400	5700 8000	1·7 1·25	5 10	369 265	5700 8000	1·7 1·2

Digitized by Google

Stärke durch die Stromverdrängung begrenzt. Aus Tabelle II und III ergeben sich die in Tabelle IV enthaltenen kritischen Schienenstärken d_0 und δ_0, die bei Wechselstrom von $f = 50$ Per/s nicht überschritten werden sollten.

Sind bei nichtmagnetischem Material die Rechteckschienen dicht aneinander, so rechne man nur mit der Hälfte der obigen Schienenstärken d in Tabelle IV.

5. Ausführungsbeispiele für Metallschienen.

In den folgenden Tabellen sind die gegebenen Gleichungen durchwegs bei einer Übertemperatur $t = 30°$ für eine Reihe praktischer Fälle ausgerechnet.

Um den Einfluß der Querschnittsabmessungen auf den erforderlichen Querschnitt deutlich zu zeigen, sind die Abmessungen nicht abgerundet. Die Tabelle V zeigt, daß durch geschickte Wahl der Abmessungen an erforderlichem Kupfergewicht, das dem Querschnitt s proportional ist,

Tabelle VI.

Zulässiger Strom für Rechteckschienen (Abb. 1c).

Die Klammerwerte gelten für Wechselstrom von $f = 50$ Per/s, bei Eisen mit $\sqrt{\frac{\mu}{\varrho}} = 0{\cdot}1$.

Die übrigen Werte gelten für Gleich- und Wechselstrom.

Querschnitt in mm²	Stärke d mal Höhe h in mm	Kupfer: Zulässiger Strom I in A	Kupfer: Stromdichte j in A/mm²	Schmiedeisen: Zulässiger Strom I in A	Schmiedeisen: Stromdichte j in A/mm²
100	10 × 10	252	2·5	101 (88)	1·0 (0·9)
	5 × 20	283	2·8	113 (110)	1·1
	2 × 50	408	4·1	163	1·6
400	20 × 20	715	1·8	286 (190)	0·7 (0·5)
	10 × 40	800	2·0	320 (212)	0·8 (0·5)
	4 × 100	1160	2·9	464 (457)	1·2 (1·1)
900	30 × 30	1320	1·5	528 (292)	0·6 (0·3)
	15 × 60	1470	1·6	588 (380)	0·6 (0·4)
	10 × 90	1690	1·9	676 (517)	0·8 (0·6)
	5 × 180	2320	2·6	928 (885)	1·0
1600	40 × 40	2020 (1760)	1·3 (1·1)	808 (390)	0·5 (0·24)
	20 × 80	2260 (2200)	1·4 (1·3)	904 (506)	0·6 (0·3)
	10 × 160	2950	1·8	1180 (890)	0·7 (0·6)
	5 × 320	4080	2·5	1632 (1560)	1·0

Tabelle VII.

Zulässiger Strom I in Kupferrohren (Abb. 1e).

Die Wandstärke „voll" bedeutet einen vollen Kreis mit dem Außendurchmesser $d = d_i$.

Die Klammerwerte gelten für Wechselstrom von $f = 50$ Per/s

Lichter Durchmesser d_i in mm	Wandstärke δ in mm	Querschnitt in mm²	Zulässiger Strom I in A	Stromdichte j in A/mm²
10	1	35	144	4·1
	3	123	325	2·6
	voll ($d = 10$)	79	200	2·5
20	1	66	270	4·1
	3	217	532	2·4
	voll ($d = 20$)	314	560	1·8
40	1	129	520	4·0
	5	707	1 328	1·9
	voll ($d = 40$)	1 257	1 600 (1 390)	1·3 (1·1)
90	1	286	1 152	4·0
	5	1 492	2 740	1·8
	voll ($d = 90$)	6 362	5 400 (3 400)	0·85 (0·53)
380	5	6 050	10 880	1·8
	10	12 250	15 680 (15 000)	1·3 (1·2)
	voll ($d = 380$)	113 411	46 500 (15 000)	0·41 (0·13)

oder das Gewicht G pro A und m, das in Gramm proportional $\frac{\gamma}{j} = \frac{8{\cdot}9}{j}$ ist, ganz bedeutend gespart werden kann. Wegen der Stromverdrängung müssen bei Wechselstrom die Abmessungen noch verstärkt werden.

Es ist aus Tabelle VI ersichtlich, daß die Stromverdrängung die zulässige Stromstärke bei Eisenschienen sehr stark herabdrückt.

Aus den zwei letzten Horizontalspalten der Tabelle VII geht hervor, daß bei Wechselstrom der volle Zylinder nicht mehr Strom führen kann wie das Rohr von 10 mm Wandstärke, wobei der volle Zylinder fast das 10fache des Rohres wiegt.

Tabelle VIII.

Zulässige Stromstärke I für patentgeschweißte Stahlrohre oder Schmiedeisenrohre.

Die Klammerwerte bei I und j gelten für Wechselstrom von $f = 50$ Per/s.

Es sind jeweils die Werte eines massiven (vollen) Eisenzylinders beigefügt. Die Stromverdrängung infolge Hautwirkung ist hier sehr stark.

Innerer Durchmesser d_i in mm	Äußerer Durchmesser d_a in mm	Querschnitt s in mm	Zulässiger Strom I in A	Stromdichte j in A/mm²
33·6	{ 38·1 }	253	279 (267)	1·1 (1·05)
0·0	{ 38·1 }	1 140	590 (270)	0·5 (0·24)
63·8	{ 69·8 }	630	595 (536)	0·9 (0·85)
0·0	{ 69·8 }	3 826	1464 (540)	0·4 (0·14)
192·2	{ 203·2 }	3 413	2350 (1500)	0·7 (0·45)
0·0	{ 203·2 }	32 370	7250 (1520)	0·2 (0·05)

Tabelle IX.

Zulässige Stromstärke I für Gußeisenrohre.

Die Klammerwerte bei I und j gelten für Wechselstrom von $f = 50$ Per/s.

Gußeisenrohre können bei gleichen Abmessungen nur mit etwa $^1/_3$ des Stromes der Schmiedeisenrohre belastet werden.

Innerer Durchmesser d_i in mm	Äußerer Durchmesser d_a in mm	Querschnitt s in mm²	Zulässiger Strom I in A	Stromdichte j in A/mm
40	56	1 206	276 (243)	0·23 (0·20)
60	77	1 829	400 (340)	0·22 (0·19)
100	118	3 082	642 (528)	0·21 (0·17)
200	222	7 290	1350 (995)	0·19 (0·14)
500	532	25 940	3954 (2345)	0·15 (0·09)

Auch bei den Werten der Tabellen VIII und IX ist der Einfluß der Hautwirkung bei Wechselstrom sehr merkbar.

6. Vergleich mit ausprobiertem Material.

Hat man für ein bekanntes Material, zum Beispiel Kupfer, die Erwärmungsverhältnisse ausprobiert und werden die maßgebenden Größen für dieses bekannte Material mit I, k, t, u, s, j und β ohne Index bezeichnet, so gilt für ein anderes Material, für das die fraglichen Größen mit einem Apostroph versehen werden mögen, und zwar für den zulässigen Strom I' und die zulässige Stromdichte j'

$$\left.\begin{aligned} I' &= I\sqrt{\left(\frac{k'}{k}\right)\left(\frac{t'}{t}\right)\left(\frac{\varrho\,\zeta}{\varrho'\,\zeta'}\right)\left(\frac{u'\,s'}{u\,s}\right)} \\ \text{und} \\ j' &= j\sqrt{\left(\frac{k'}{k}\right)\left(\frac{t'}{t}\right)\left(\frac{\varrho\,\zeta}{\varrho'\,\zeta'}\right)\left(\frac{u'}{u}\,\frac{s}{s'}\right)} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 17)$$

Digitized by Google

oder mit Hilfe von Gleichung 12)

$$I' = I\sqrt{\left(\frac{k'}{k}\right)\left(\frac{t'}{t}\right)\left(\frac{\rho\,\zeta}{\rho'\zeta'}\right)\left(\frac{\beta'}{\beta}\right)\left(\frac{s'}{s}\right)^{3/2}}$$

und

$$i' = i\sqrt{\left(\frac{k'}{k}\right)\left(\frac{t'}{t}\right)\left(\frac{\rho\,\zeta}{\rho'\zeta'}\right)\left(\frac{\beta'}{\beta}\right)\sqrt{\frac{s}{s'}}} \quad . \quad 17a).$$

Vergleicht man denselben Querschnitt aus verschiedenem Material, so wird

$$I' = I\sqrt{\left(\frac{k'}{k}\right)\left(\frac{t'}{t}\right)\left(\frac{\rho\,\zeta}{\rho'\zeta'}\right)} \backsimeq I\sqrt{\frac{\rho}{\rho'}\cdot\frac{\zeta}{\zeta'}}$$

und

$$i' = i\sqrt{\left(\frac{k'}{k}\right)\left(\frac{t'}{t}\right)\left(\frac{\rho\,\zeta}{\rho'\zeta'}\right)} \backsimeq i\sqrt{\frac{\rho}{\rho'}\cdot\frac{\zeta}{\zeta'}} \quad 17b).$$

I' ist dann der Strom, der in einem Querschnitt s von beliebigem Materiale (ρ') zulässig ist, wenn bei Kupfer (ρ) der Strom I im selben Querschnitt s bezüglich Erwärmung ausprobiert ist. Für denselben Strom $I' = I$ wie bei Kupfer ist in einem andern Metall der Querschnitt s' erforderlich

$$s' = s\sqrt[3]{\left(\frac{k}{k'}\right)^2\left(\frac{t}{t'}\right)^2\left(\frac{\rho'\zeta'}{\rho\,\zeta}\right)^2\left(\frac{\beta}{\beta'}\right)^2} \quad . \quad . \quad 18).$$

Sind s und s' gleichartige Querschnitte mit gleichem Seitenverhältnis n, so wird

$$s' = s\sqrt[3]{\left(\frac{k}{k'}\right)^2\left(\frac{t}{t'}\right)^2\left(\frac{\rho'\zeta}{\rho\,\zeta}\right)^2} \backsimeq s\sqrt[3]{\left(\frac{\rho'\zeta'}{\rho\,\zeta}\right)^2} \quad . \quad 18a).$$

Der zweite Ausdruck in Gleichung 18a) ebenso wie in Gleichung 17b) gilt, wenn man für beide verglichene Schienen dieselbe Wärmeabgabezahl $k = k'$ und dieselbe Übertemperatur $t = t'$ annimmt.

7. Anschlußkontakte.

Die Auswahl und Anordnung von Sammelschienen und anderen Stromschienen ist so zu treffen, daß die Zu- und Ableitungen bequem angeschlossen werden können. In dieser Hinsicht sind kreisrunde Rohre besonders vorteilhaft, da sich die Klemmstücke (Abb. 4 und 5) mit Überwurfmuttern zur raschen Herstellung solider Verbindungen sehr gut eignen. An Flachschienen werden die mit Kabelschuhen versehenen Anschlußleitungen (Abb. 6) mit Schraubenbolzen, Mutter und Unterlagscheibe angepreßt; man verwendet je nach der Stromstärke ein, zwei und vier (m) solcher Bolzen an einer Verbindungsstelle. Für die Gewindedurchmesser δ solcher Verbindungsbolzen gelten nach den Normalien

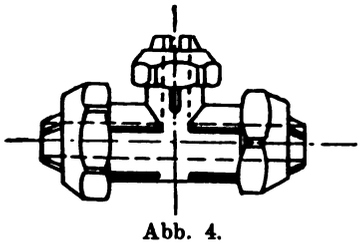


Abb. 4.

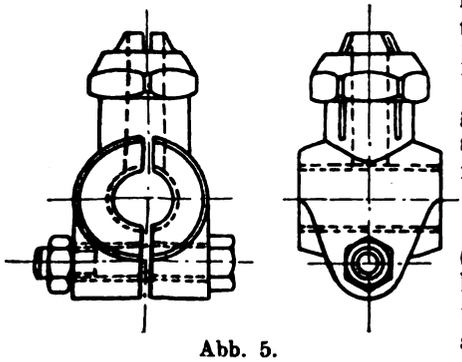


Abb. 5.

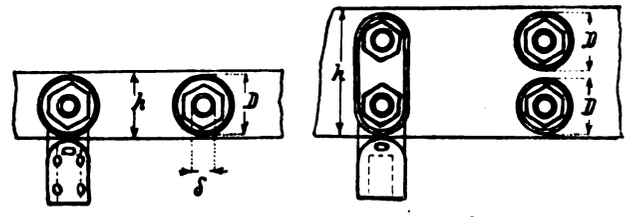


Abb. 6.

des V. D. E. über ebene Schraubkontakte (Abb. 6) die Angaben der Tabelle X:

Tabelle X.

Bolzendurchmesser δ oder $\delta\sqrt{m}$ . . .	= 3	4·5	6	7	9	12	16	20	26 mm
Zulässige Stromstärke I	= 10	35	60	100	200	350	700	1000	1500 A für Kupferschienen (für Eisenschienen ist rund 40% dieser Stromstärke I zulässig)

Durchmesser D der Unterlagsscheibe $\geq (2\,\delta + 2)$ mm.

Die Maße der Tabelle X sind zunächst für Verbindungen und Kontakte „Kupfer auf Kupfer" bestimmt, wenn auch die Bolzen selbst nicht aus Kupfer sind, so lange die Bolzen selbst nicht stromführend sind, sondern nur zur Anpressung dienen. Bestehen aber die zu verbindenden stromführenden Stücke, die Schienen, die Kabelschuhe und Kontakt machenden Klemmstücke aus einem anderen Material als Kupfer, so wird der Übergangswiderstand größer als bei Kupfer, die Kontaktfläche und damit auch der Bolzenquerschnitt sollte dann größer als in obiger Tabelle X genommen werden. Ist ρ der spezifische Widerstand des Materials der Kontaktflächen und ρ_{cu} der von Kupfer, so sollte man die in obiger Tabelle gegebenen Bolzendurchmesser δ auf $\delta\sqrt[3]{\rho/\rho_{cu}}$ vergrößern oder einfacher die Stromstärken für die einzelnen Bolzendurchmesser δ herabsetzen auf $I\sqrt{\frac{\rho_{cu}}{\rho}}$. Für Eisenschienen und Eisenklemmstücke und eiserne Kabelschuhe empfiehlt es sich deshalb, gegenüber Kupfer die Bolzenstärke δ zu verdoppeln oder die Bolzenzahl m zu vervierfachen oder die zulässige Stromstärke I auf etwa 40% obiger Werte herabzusetzen. Versuche zeigen nämlich, daß die Kontaktwiderstände ρ_k zwischen verschiedenartigen Materialien ungefähr den spezifischen Leitungswiderständen ρ dieser Stoffe proportional sind. Der spezifische Kontaktwiderstand zwischen zwei Eisenplatten würde sich demnach zu dem zwischen zwei gleich großen Kupferplatten wie $\rho_{Fe} : \rho_{cu} = 0{\cdot}15 : 0{\cdot}02$ verhalten.

Außerdem hat Eisen für Kontakte und Verbindungen den Nachteil, daß es sich weit weniger gut anschmiegt als Kupfer, daß leicht Rost in den Kontakten entsteht, wodurch sich erfahrungsgemäß sehr hohe Kontaktwiderstände ausbilden; die Eisenverbindungen haben deshalb in der Kriegszeit oft durch Heiß- und Glühendwerden zu Anständen geführt. Es ist demzufolge sorgfältig darauf zu sehen, daß die Kontaktflächen wirklich überall satt anliegen; manchmal wird

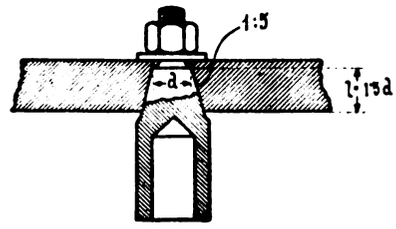


Abb. 7.

Digitized by Google

Tabelle XI.

Bolzendurchmesser δ	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	25	30 mm
Zulässiger Gleichstrom	4·4	10·5	18·0	25·5	34·5	44	55	66	88	110	135	160	185	210	285	360 A
Zulässiger Wechselstrom bei $f = 50$ Per/s	4·3	10·0	15·5	20·5	25·0	29	34	38	46	54	61	67	73	80	97	114 A

es nötig, elastisches Material, zum Beispiel Stanniol, zwischen die Berührungsflächen zu pressen oder die Kontaktflächen gut zu vernickeln. Die konische Berührungsfläche am Kabelschuh nach Abb. 7 gewährt einen besonders zuverlässigen Kontakt, ist aber teuer.

Die zulässige Stromdichte j_k in den Kontakt- und Anschlußflächen richtet sich ebenfalls nach dem Schienenmaterial. Ist ρ_k der Kontaktwiderstand pro mm², so kann man als Erwärmungsgleichung für 1 mm einseitiger Kontaktfläche in Anlehnung an Gleichung 1) schreiben

$$j_k^2 \rho_k = k \frac{t}{100} \quad \text{oder} \quad j_k = \frac{1}{10} \sqrt{\frac{kt}{\rho_k}} \quad . \quad . \quad 19).$$

Setzt man $t = 30^0$ und, wie bei Kommutatoren $k = \frac{1}{100}$, so wird $j_k \approx \frac{0{\cdot}06}{\sqrt{\rho_k}}$. ρ_k sinkt natürlich stark mit wachsendem Anpressungsdruck. Für Kupfer auf Kupfer ist $\rho_k \approx \frac{0{\cdot}1}{\sqrt{j_k}} \approx 0{\cdot}3\ \Omega/\text{mm}^2$ und damit wird die zulässige Stromdichte $j_k \approx 0{\cdot}1$ A/mm². Tatsächlich kann man auch das Doppelte, also $j_k = 0{\cdot}2$ A/mm² bei Kupfer noch zulassen, da die an den Kontakten entwickelte Wärme durch die Schienen und Leitungen rasch abgeleitet wird. Für Kontaktflächen aus anderem Stoff als Kupfer kann man ρ_k proportional dem inneren Schienenwiderstandskoeffizienten ρ setzen, also zum Beispiel für Eisen $\rho_k = \frac{0{\cdot}8}{\sqrt{j_k}} \approx 4$ und $j_k \approx 0{\cdot}03$ A/mm². Die erforderliche einseitig gerechnete Kontaktfläche S ist $= I : j_k$. Die sämtlichen Kontaktflächen in den Abb. 4 bis 7 sind nun so zu bemessen, daß bei Kupferflächen die Stromdichte 0·2 A/mm², bei Eisen 0·06 A/mm² nicht überschreitet. Der Spannungsabfall an den Kontaktflächen ist $e_k = j_k \rho_k$, bei Kupfer etwa 0·03 V, bei Eisen etwa 0·1 V.

Werden die Bolzen in Tabelle X gleichzeitig zur Stromleitung benutzt, so müssen sie für die angegebenen Stromstärken I, wenigstens von 200 A ab, verstärkt werden. Man wählt dann die zulässige Stromstärke I in A nach Tabelle II für Kupfer aus $I = 6{\cdot}3\ \delta^{3/4}$ und für Eisenbolzen aus $I = 2{\cdot}5\ \delta^{3/4}$, wenn der Bolzendurchmesser δ in mm eingesetzt wird.

Nach Versuchen der Siemens-Schuckert-Werke (E. T. Z. 1916, Seite 435) sind für Eisenbolzen bei einer Temperaturzunahme von $t = 30^0$ die in Tabelle XI enthaltenen Strombelastungen zulässig.

8. Hochspannungsschienen.

Bei sehr hohen Spannungen sind die Schienen und Leitungen so anzuordnen, daß keine Entladeerscheinungen und Überschläge auftreten. Es sind deshalb alle scharfen Kanten zu vermeiden, kantige Anschlußstellen werden durch Metallkugeln überdeckt. Rechteckschienen mit ihren Kanten sind dann unzweckmäßig; es sollte wenigstens der ovale Querschnitt (Abb. 1d) angewendet werden. Am vorteilhaftesten wählt man den Umfang der Schiene kreisrund von großem Durchmesser d_a, also Hohlzylinder oder Rohre. Die für den Überschlag maßgebende Feldstärke $\mathfrak{E}$, die für Luft $< 27\,000$ V/cm sein soll, ist bekanntlich

$$\mathfrak{E} = \frac{e_m}{d_a \ln\left(\frac{2a}{d_a}\right)} \text{ in V/cm} \quad . \quad . \quad 20),$$

wenn $e_m = E : \sqrt{2}$ der Höchstwert der Spannung zwischen zwei Schienen im Mittenabstand a und d_a der Außendurchmesser der Rohre ist. Beispielsweise ist bei einem Mittenabstand $a = 1$ m der Schienen die effektive Überschlagspannung

	$E =$ 100 000	184 000	600 000 V
für einen Schienendurchmesser	$d_a =$ 10	20	100 mm

In Schaltanlagen mit 80 000 V und darüber findet man deshalb häufig Rohre aus Kupfer und Eisen.

Bei Drehstrom gilt, falls E die (verkettete) Spannung zwischen zwei Drähten ist,

$$\mathfrak{E} = \frac{\sqrt{2} \cdot E}{\frac{\sqrt{3}}{2} d_a \ln\left(\frac{2a}{d_a}\right)} \text{ in V/cm} \quad . \quad . \quad 20\,a).$$

Das Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetallen.

Dipl. Ing. A. Lang, Cannstatt.

Zwecks guten Parallelarbeitens zweier gleich großer Transformatoren werden gleiches Übersetzungsverhältnis der Windungszahlen und gleiche Kurzschlußspannung verlangt. Nun ist die Kurzschlußspannung der Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetallen größer als bei Transformatoren mit Kupferwicklungen. Infolgedessen verteilt sich die Last ungleichmäßig auf beide Transformatoren, wobei der Kupfertransformator überlastet wird. Um die Verhältnisse übersehen zu können, zeichnen wir das Spannungsdiagramm der parallelarbeitenden Transformatoren (Abb. 1a). Die Oberspannungsseite soll dabei auf die sekundäre Wicklung reduziert werden. Der Leerlaufstrom soll vernachlässigt werden, da sein Einfluß klein ist, so daß der auf die Unterspannungsseite reduzierte primäre Strom dem sekundären Strom gleich und gleichgerichtet ist. Die Spannungsabfälle in Ober- und Unterspannungswicklung sind dann gleichgerichtet und können algebraisch addiert und durch einen Vektor dargestellt werden. Es bedeuten in Abb. 1a:

$\overline{AB} = J_1 \cdot r_1$.

J_1 ist der Strom des einen Transformators,

r_1 der effektive, warme Ohmsche Widerstand der beiden Wicklungen, nach Reduzierung addiert.

$\overline{B_1 C_1} = J_1 \cdot x_1$.

Dabei ist $x_1 = 2\pi \cdot c\, L$, die Reaktanz der beiden Wicklungen des ersten Transformators,

$\overline{C_2 A} = J_1 \cdot z_1$,

mit $z_1 = \sqrt{r_1 + x_1}$ = Impedanz des ersten Transformators.

Ähnlich gilt für den zweiten Transformator:

$\overline{AB_2} = J_2 r_2$,

Digitized by Google

$\overline{B_2 C_2} = J_2 \cdot x_2, \quad \overline{C_1 A} = J_2 \cdot z_2,$

$\operatorname{tg} \gamma_1 = \frac{x_1}{r_1}, \qquad \operatorname{tg} \gamma_2 = \frac{x_2}{r_2}.$

Bei gleichen Leistungen ist der Transformator mit Ersatzmetallwicklungen größer als der Kupfertransformator, die Stromwärmeverluste sind dadurch größer und da die Ströme der beiden gleich groß sind, ist der Ohmsche Widerstand des ersteren größer als der des Kupfertransformators. Der Kraftfluß einer größeren

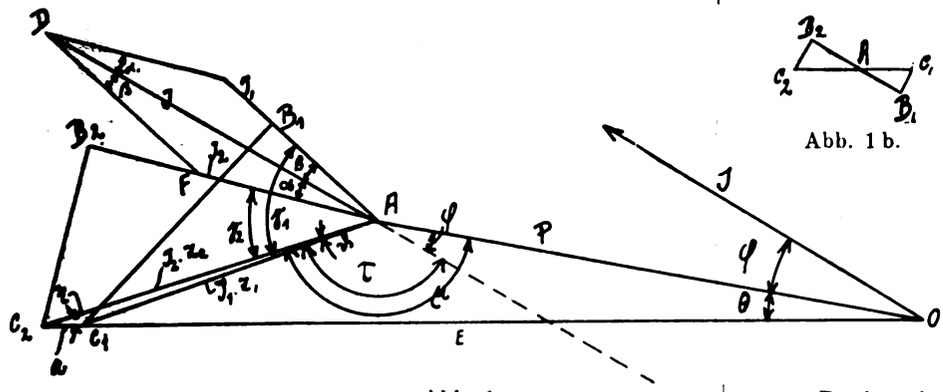


Abb. 1 a.

Type ist größer, dadurch ist die Windungszahl und die Reaktanz des Transformators mit Ersatzmetallwicklung kleiner als beim Kupfertransformator. Die Impedanz ist bei Transformator mit Ersatzmetallwicklung stets größer als beim Kupfertransformator. Der Winkel bei B_2 und B_1 ist selbstverständlich gleich 90°. Die Spitze der beiden Dreiecke fällt in A zusammen, da die beiden parallelgeschalteten Transformatoren gleiche Klemmenspannung P besitzen. Das Übersetzungsverhältnis der Windungszahlen der beiden Transformatoren sei nicht gleich (gleiches Übersetzungsverhältnis ist ein Spezialfall), und zwar sei die Leerlaufspannung des Ersatzmetalltransformators gemäß seines größeren Spannungsabfalles größer als die des Kupfertransformators. Der Unterschied der beiden Leerlaufspannungen sei a. Die beiden Spannungen müssen in Phase sein. Die beiden Ströme J_1 und J_2 müssen in der Phase mit $J_1 \cdot r_1$ und $J_2 \cdot r_2$ sein und, geometrisch addiert, ergeben beide Ströme den gesamten Strom J, der den Niederspannungsklemmen entnommen wird. Der Phasenwinkel zwischen P und J ist φ.

Aus diesem Diagramm kann man nun die nötigen Gleichungen aufschreiben, um die gesuchten Werte zu finden.

$$\frac{J_1}{J_2} = u \quad \ldots \quad 1),$$

$$\alpha + \beta = \gamma_1 - \gamma_2 - \vartheta \quad \ldots \quad 2).$$

Aus dem Dreieck $A\,F\,D$ ergibt sich

$$u \cdot J_2 \sin \beta = J_2 \cdot \sin \alpha \quad \ldots \quad 3)$$

$$J_1 \cdot \cos \beta + J_2 \cdot \cos \alpha = J \quad \ldots \quad 4),$$

$$\tau = 180 - \gamma_2 - \alpha,$$

$$u = 180 - \gamma_2 - \alpha + \varphi \quad \ldots \quad 5).$$

Aus dem Dreieck $A\,C_2\,0$ ergibt sich

$$\sin \Theta = \frac{J_2 \cdot z_2 \cdot \sin \varphi}{E_2} \quad \ldots \quad 6)$$

und

$$\eta = 180 - (\mu + \Theta) \quad \ldots \quad 7).$$

Aus dem Dreieck $A\,C_2\,C_1$ ergibt sich

$$a \sin \eta_1 = J_1 \cdot z_1 \cdot \sin \vartheta \quad \ldots \quad 8)$$

und

$$a \cos \eta_1 + J_1 z_1 \cos \vartheta = J_2 \cdot z_2 \quad \ldots \quad 9).$$

Mittels dieser neun Gleichungen ist es möglich, die neun Unbekannten: u, J_1, J_2, α, β, ϑ, μ, η, Θ zu berechnen.

Infolge des gegebenen Aufbaues der neun Gleichungen ist es nicht möglich, die Unbekannten direkt zu berechnen und es empfiehlt sich, folgenden Weg einzuschlagen:

Unter der Annahme, daß $\eta = 0$ ist, ergibt sich

$$J_1 \cdot z_1 + a = J_2 \cdot z_2 \quad \ldots \quad 10)$$

und annähernd

$$J_1 + J_2 \sim J \quad \ldots \quad 11).$$

Abb. 1 b.

Mittels dieser beiden Gleichungen rechnet man annähernd $u = \frac{J_1}{J_2}$, dann mittels Gleichung 2) und 3) die beiden Winkel α und β und mittels Gleichung 4) die Werte J_1 und J_2. Mittels der Gleichungen 5), 6), 7), 8) lassen sich die einzelnen Winkel sowie die Winkel ϑ und η berechnen und mittels dieser lassen sich die genauen Werte α, β usw. sowie zuletzt auch die Ströme J_1 und J_2, die der Gleichung 9) entsprechen müssen, berechnen.

Beispiel: Ein Transformator mit Wicklungen aus Aluminium soll parallel arbeiten mit einem Transformator von gleich großer Leistung mit Zinkwicklungen. Die gegebenen Größen sind:

Aluminiumtransformator:

$r_1 = 0{\cdot}0248\ \Omega, \qquad x = 0{\cdot}039\ \Omega, \qquad z_1 = 0{\cdot}046\ \Omega,$

$E_1 = 380/\sqrt{3}$ V (auf Unterspannungsseite bezogen).

Zinktransformator:

$r_2 = 0{\cdot}0425\ \Omega, \qquad x_2 = 0{\cdot}032\ \Omega, \qquad z_2 = 0{\cdot}053\ \Omega,$

$E_2 = 382/\sqrt{3}$ V, $\quad a = \frac{382 - 380}{\sqrt{3}} = 1{\cdot}155$ V,

$J = 380$ A.

Die mittels Gleichung 10) und 11) berechneten Ströme sind:

$J_1 = 192{\cdot}8$ A, $\qquad J_2 = 187{\cdot}2$ A.

Die mittels Gleichung 4) als zweite Annäherung berechneten Ströme sind:

$J_1 = 196{\cdot}5$ A, $\qquad J_2 = 190{\cdot}5$ A

und nach wiederholter Zurückrechnung richtigen Werte der Ströme

$J_1 = 193{\cdot}5$ A, $\qquad J_2 = 188$ A.

Die Winkel betragen:

$\alpha = 7^0\,45'$, $\quad \beta = 7^0\,25'$, $\quad \vartheta = 5^0\,20'$, $\quad \eta_1 = 9^0\,42'$.

Die Winkel sind meistenteils, namentlich für $\cos \varphi \leqq 0{\cdot}8$, recht klein; ihr Einfluß kann oft vernachlässigt werden und dann reicht die Gleichung 10) und 11), jedoch noch besser die Gleichung 4) zur Ermittlung der Ströme und dadurch zur Ermittlung der Lastverteilung auf die beiden Transformatoren aus.

Sind die Übersetzungsverhältnisse der Windungszahlen der beiden Transformatoren gleich, so wird a zu Null und die Punkte C_1 und C_2 des Diagrammes rücken zusammen. Dann ermitteln sich die Stromstärken aus Gleichungen 10), 11) und 4). Für das angeführte Beispiel ergibt sich:

$J_1 = 205$ A und $J_2 = 182$ A.

In diesem Fall ist die Stromverteilung und noch mehr die Verteilung der Wärmestromverluste sehr ungleichmäßig gegenüber dem ersten Fall, wo das Übersetzungsverhältnis absichtlich ungleich gemacht worden ist.

Digitized by Google

Wir haben es also in der Hand, die Lastverteilung der parallelgeschalteten Transformatoren beeinflussen zu können. Allerdings hat das ungleiche Übersetzungsverhältnis den Nachteil, daß die Transformatoren bei Leerlauf aufeinanderarbeiten. Bei verminderter Leistungsabgabe der beiden Transformatoren verkleinern sich die Dreiecke, wobei sich die Winkel dieser Dreiecke nicht ändern, die Punkte C_2, C_1 sind fest und der Punkt A bleibt beiden Dreiecken gemeinsam und bewegt sich, bis A bei Leerlauf in der Geraden C_2, C_1 zu liegen kommt (Abb. 1b). Unter der Vernachlässigung des die Verluste deckenden Stromes gilt für Leerlauf

$$a = J_1 z_1 + J_2 z_2$$

und da annähernd

$$J_1 = J_2$$

ist

$$a = J_1 (z_1 + z_2).$$

Aus dieser Gleichung kann man $J_1 = J_2$ berechnen.

In dem angeführten Beispiel ergibt sich

$$J_1 = J_2 = 16{\cdot}5 \text{ A}.$$

Es ist für jeden Fall abzuwägen, wie groß man diese Leerlaufverluste einerseits und die ungleichmäßige Verteilung der Last andererseits zulassen will.

Dieses Verfahren ist selbstverständlich gültig für parallelarbeitende Transformatoren von verschiedener voneinander abweichender Leistung und für Wicklungen von gleichen oder verschiedenen Metallen.

Zusammenfassung.

Es werden auf Grund eines Spannungsdiagrammes die Verhältnisse und die Stromverteilung von parallelarbeitenden Transformatoren besprochen und es wird ein Weg gezeigt, um die Stromverteilung beeinflussen zu können.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die neue Wasserkraftanlage am Vammafall. Hansmann. Die Hauptstadt Kristiania und das Gebiet am Kristianiafjord erhalten elektrische Energie aus den Wasserkraftwerken des Glommen, der bei 600 km Länge den Südosten Norwegens durchzieht. Der Fluß hat ein Niederschlagsgebiet von 41 500 km², der Mjösensee, durch den ein Nebenfluß des Glommen fließt, bildet ein Staubecken von 800 Mill. m³, wodurch es möglich war, mindestens 200 m³/s im Unterlauf des Flusses vom Dezember bis März verfügbar zu halten*); die höchste Wassermenge ist 4000 m³/s. Nebst dem 1907 schon ausgebauten Kraftwerk bei Sarpborg von 25 000 PS und der nördlich davon gelegenen Kykkelsruder-Anlage für 46 000 PS, die mit 50 000 V bis in die Umgebung Kristianias Energie überträgt, ist 615 km südlich vom letzteren Werk der 27 m hohe Vammafall von mindestens 220 m³/s in einem von der Siemens Schuckert Werken ausgeführten Elektrizitätswerk ausgenützt worden; das Werk ist so gelegen, daß das Unterwasser von Kykkelsrud das Oberwasser des Vammawerkes ist. In einen 280 m langen, 38 m hohen quer in den Glommen eingeführten Damm sind im Mittelteil 15 Einlaßöffnungen für die Turbinenrohre angebracht, unterhalb des Dammes liegt das Maschinenhaus und rechtwinkelig dazu das Umformerwerk. Die Öffnungen des Dammes können durch Drosselventile, von Elektromotoren betätigt, abgesperrt werden; ein elektrisch heizbarer Rechen soll die Eisbildung verhindern Die 4·2 m weiten Rohre führen in einer S-Kurve längs des Dammes zum Kraftwerk. Dort sind 6 Turbinen für 12 000 PS und 2 Hilfsturbinen für 500 PS mit besonderem Einlaß im Damm vorgesehen; die Hälfte davon ist seit 1915 im Betrieb. Die Hauptturbinen sind doppelte Francisturbinen mit horizontaler Welle, die mit 214 U. p. min. 5000 V Drehstromgeneratoren und die 220 V Erregermaschinen antreiben. Die die beiden Hilfsturbinen treiben 500 kVA Drehstrommaschinen für 220 V, für Hilfszwecke dienend, mit 500 U. p. min. an; ihre Erregermaschinen können im Notfall auch zur Erregung der Hauptturbinen herangezogen werden. Da der Boden des Maschinenraumes 2·3 m und die Kellersohle 6·3 m unterhalb des höchsten Wasserstandes zu liegen kommt, mußte für sorgfältigst wasserdicht gehaltene Gründungen gesorgt werden; das Sickerwasser wird in zwei Kammern geleitet und dort durch Lenzpumpen abgesaugt. Von dem 8 m hoch über dem Maschinenraum gelegenen Schaltbrett, zu dem blanke, durch feuersichere Wände getrennte Kupferschienen von den Generatoren führen, können die Stromerzeuger des Werkes in drei getrennte Gruppen geteilt werden.

Im ersten Stockwerk sind die Trennschalter, Strom- und Spannungswandler und die Hörner in Stern-Dreieckschaltung mit Ölwiderstand für jeden Generator in einem gesonderten Raum untergebracht. Von dort führen die Leitungen zu den 1200 kVA-Öltransformatoren, die auf 50 000 V erhöhen. Im zweiten Stock sind Ölschalter und im dritten die 50 000 V Sammelschienen, aus 45 mm weiten Eisenrohren mit Messingüberzug bestehend, untergebracht; diese sind in 3 Systeme für die Lieferung nach Kristiania, Kykkelsrud und Frederikstad getrennt. Im vierten Stock ist der Überspannungsschutz eingebaut; 3 Hörner mit Ölwiderstand für jede Fernleitung, 6 Hörner in Stern-Dreieckschaltung mit Ölwiderstand für jeden Transformator, die Drosselspulen sind unmittelbar an die Transformatorklemmen angelegt. Die 50 000 V-Leitungen bestehen aus 20 bis 30 mm weiten Messingrohren, 1 mm dick oder aus Kupferrohren. Schraubenverbindungen verbinden die Rohre untereinander und mit den Apparaten. (El. Rundschau 34, Hefte 42—45, 1917.)

*) E. u. M. 1914, Seite 620.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Reinigung von Kühlwasser für Oberflächenkondensations-Anlagen*). Chr. Hülsmeyer, Düsseldorf. Wird Flußwasser zur Kühlung verwendet, so wird dasselbe von den gröberen Unreinigkeiten durch Rechen oder rotierende Siebe gereinigt. Anders liegen die Verhältnisse bei rückgekühltem Wasser, weil sich dieses durch den Verdunstungsprozeß im Kühlturm sehr rasch der Grenze seines Lösungsvermögens nähert und die mineralisch gelösten Stoffe, hauptsächlich Gips, sich in Kristallform als fester Kesselstein im Kühlturm, als auch in den Kühlrohren bemerkbar machen. Die hohe Anreicherung an Gips macht eine öftere Verdünnung des Kühlwassers durch Ablassen eines Teils desselben notwendig, wenn man eine Entfernung dieser Verunreinigungen auf chemischem Wege wegen der Umständlichkeit und Kosten scheut, Versuche, das Kühlwasser in einem vom Kondensatorbetrieb gesonderten Kreislauf auf chemischem und mechanischem Wege zu reinigen (Bochumer Verfahren) sind erfolglos gewesen, da man mit befriedigendem Erfolge das Wasser chemisch nur in warmem Zustande reinigen kann. Es bleibt also nichts übrig, als den Kondensator zeitweilig außer Betrieb zu setzen und den Schlamm und Kesselstein aus den Kühlrohren durch Wischer und Bürsten zu entfernen. Diese Methode sowie die Aussäuerung des Kondensators (mittels verdünnter Salzsäure) bei stärkerer Verkrustung sind im Hinblick auf die Betriebsunterbrechung nicht sehr zweckmäßig und insbesondere die Aussäuerung für die Dauerhaftigkeit der Rohre und des Gehäuses des Kondensators nicht ganz unbedenklich, da Materialschwächungen durch die verdünnte Säure mit der Zeit auftreten. Eine gewisse Abhilfe wird durch den B. B. C.-Kondensator erzielt, dessen Wasserkammern hälftig geteilt sind und dessen Deckelseiten ebenfalls je zur Hälfte als Flügeltüren sich abheben lassen. Die Wasserzu- und -abführung wird durch ein Hosenrohr an jede Kammerhälfte angeschlossen; diese Ausbildung ermöglicht, die eine Hälfte des Kondensators abzuschalten, die Flügeltüren zu öffnen und das Rohrsystem mit Wischern und Bürsten zu reinigen, während die übrige Hälfte des Kondensators wenn auch bei verringertem Vakuum im Betrieb bleibt, ohne daß ein Stillsetzen der Turbine notwendig wird. Auch diese Einrichtung löst abgesehen von der Vakuumverschlechterung die gestellte Aufgabe, den Kondensator rein zu halten, nicht in einer befriedigenden Weise. Am besten läßt sich bei Dauerbetrieb eine Reinhaltung des Kondensators dann erzielen, wenn die beim Erwärmungsprozeß in den Kühlrohren noch restlich zur Ausscheidung gelangenden Schlammpartikel an einer Ablagerung überhaupt verhindert werden. Nach diesem von Bogner-Hülsmeyer vorgeschlagenen und in Deutschland patentierten Verfahren ist in dem Elektrizitätswerk Straßburg die Ausspülung des Kondensators während des Betriebes in erfolgreicher Weise derart ausgeführt worden, daß dem Kühlwasserstrom für kurze Dauer eine zwei- bis dreifache Geschwindigkeit gegeben wird. Diese Geschwindigkeitserhöhung wirkt so spülend, daß die Rohre praktisch schlammfrei gehalten werden können. Die erhöhte Geschwindigkeit wird in der Weise erreicht, daß die Hälfte oder zwei Drittel der Rohre mittels Abdeckplatten von dem Kühlstrom abgeschnitten werden. Die Abdeckplatten werden von den Kammerdeckeln aus

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 96, 376, 605; Anzeiger, Seite 69.

Digitized by Google

gegen den Rohrboden geschraubt ,und zwar für jeden Wasserweg nacheinander. In den freien Rohren nimmt das Wasser die doppelte bezw. dreifache Geschwindigkeit an. Durch wechselweises Abdecken der Rohrgruppen für die Dauer von 4 bis 5 min wird in 1 h der ganze Kondensator durchgespült. Die Widerstandsvermehrung durch die Abdeckung ist gering, und zwar von 3 m auf 5·5 m Wassersäule. Bei Antrieb durch eine Hilfsturbine läßt sich auch das Förderquantum noch dadurch vermehren, daß man die Tourenzahl erhöht. In dem genannten Elektrizitätswerk beträgt die Dampfersparnis durch hohes Vakuum allein jährlich etwa Mk. 19 000 bei einer 8000 kW-Turbine und ist deshalb daselbst ein weiteres Aggregat von 9000 kW mit der beschriebenen Einrichtung zum Spülen während des Betriebes ausgerüstet worden. Eine gleiche Anlage ist mit ebenso gutem Erfolge in den Brandenburgischen Carbid- und Elektrizitätswerken, Zentrale Lehnsruh in Betrieb. Eine Anlage in etwas abweichender Ausführung ist gleichfalls mit gutem Erfolge seit 1½ Jahren auf der Zeche Gneisenau der Harpener Bergbau A.-G. im Betrieb und hält seit dieser Zeit ein Vakuum von 98% Hier wird statt der Abdeckplatten der Kühlwasserstrom außerhalb des Kondensators in drei Stränge geteilt und durch den Kondensator geführt, so daß drei parallele Wasserwege bezw. Ströme im Kondensator entstehen. Bei Absperrung zweier Wasserwege mittels Schieber, muß bei gleichbleibender Fördermenge der dritte Wasserweg die dreifache Menge, wenn auch nur für kurze Zeit bewältigen, woraus sich eine dreifache Geschwindigkeit ergibt. Hiebei entsteht eine Spülwirkung, die genügt, allen losen Schlamm mit aus den Rohren zu schwemmen. Die Spülung kann während des Betriebes erfolgen und wird zweckmäßig einmal im Tage ausgeführt. Hiebei bleibt der Kondensator in allen Teilen mit Wasser gefüllt; das Öffnen der Deckel oder der Putzlucken ist nicht notwendig. (Mitt. Verein. Elektrizitätswerke Nr. 203, 1917.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Selbsttätige Feuerlöscheinrichtung zum Löschen von Bränden an Transformatoren und Ölschaltern. K. Heinrich beschreibt die Verwendung eines dem bekannten „Minimax" ähnlichen von der Firma Wintrich & Goltz, Bensheim, in den Handel gebrachten Feuerlöschers bei Bränden in Ölschalterzellen. Der Feuerlöscher besteht aus einem Behälter mit Löschflüssigkeit (eine leicht verdunstbare, nicht brennbare und vollkommen nichtleitende Kohlenstoffverbindung), die dadurch aus dem Behälter zum Ausströmen gebracht wird, daß ein innerhalb desselben eingesetztes, komprimierten Stickstoff enthaltendes Gefäß durch einen Schlag teilweise zerstört wird und das austretende Gas die Löschflüssigkeit aus dem äußeren Behälter heraustreibt. Sie gelangt dann durch ein Rohrsystem zu je 2 Auslässen, einen oberhalb des Ölschalters den anderen knapp über dem Boden der Zelle, und vermag dort auftretende Brände rasch zu unterdrücken. Um den Feuerlöscher selbsttätig bei Bränden zum Ansprechen zu bringen ist folgende Anordnung getroffen worden. Die beiden vorgenannten Auslässe sind durch Kappen verschlossen, die bei einer Temperatur von 70 bis 80° C abschmelzen und dadurch die Rohre für das Zuströmen der Löschflüssigkeit freigeben. An den Kappen sind mittels Schnüren und einem Schmelzfaden Fallgewichte angehängt. Schmilzt die Kappe bei einem Brand ab, so schmilzt auch der Schmelzfaden, das Gewicht fällt herab und zieht dabei mittels einer Schnur einen Sperrhebel aus einem Sperrad, das — außerhalb der Zellen angeordnet — ein zweites Fallgewicht in der Hochstellung hält. Durch das Auslösen der Spannung fällt das letztgenannte Gewicht ab, trifft dabei auf den Schlagbolzen des Feuerlöschers, so daß die Löschflüssigkeit zum Ausströmen gebracht wird. Sie gelangt so durch die Rohrleitungen zu der gefährdeten Zelle, wo sie rasch den Brand unterdrückt; hierauf kann die Rohrleitung durch einen Hahn abgestellt werden.
(E. T. Z., Jahrg. 38, Heft 45, 1917.)

Leitungen.

Installation mit C. T. S.-Draht. Als „Cob Tyre Sheath" oder abgekürzt C. T. S.-Draht bezeichnet man in England einen Gummiaderdraht, der durch eine ziemlich dicke, zähe Hülle aus jenem vulkanisierten Gummi, der zur Herstellung der Laufdecken von Automobilreifen verwendet wird, geschützt ist. Solche Einfach- und Mehrfachdrähte werden seit etwa 6 Jahren als Stromzuführung für bewegliche Stromverbraucher, namentlich als Krankabel verwendet und besitzen tatsächlich viele Vorteile gegenüber Drähten mit metallischer Bewehrung (Panzeradern) oder Drähten, die in eine Lederscheide eingenäht sind. Aus dem vorliegenden Aufsatz geht hervor, daß diese Drahtart während des Krieges in England einen weiten Anwendungsbereich gefunden hat, u. zw. auch für Lichtinstallationen in Häusern und Fabriken, als Ersatz für die folgenden dort sehr verbreiteten Installationsverfahren: Gummiader mit Bleimantel, Rohrdraht, Gummiader in Holzleisten, Gummiader in Stahlrohr. Namentlich für Installationen in Sprengstoff- und chemischen Fabriken soll die Drahtart verschiedene Vorteile besitzen. Dazu kommen noch folgende allgemeinen Vorteile, deren Anführung den in England herrschenden Arbeitermangel kennzeichnet.

1. Die Verlegungsarbeit ist viel geringer und die Handgriffe sind so einfach, daß auch ungelernte Arbeiter herangezogen werden können. 2. Die Kostenschätzung ist genauer, da weniger Posten in Frage kommen (Paßstücke, Buchsen, Erdungsvorkehrungen, Werkzeuge usw. fallen fort) und der Anteil der Arbeit ein geringerer ist. 3. Es sind weniger verschiedene Gegenstände auf Lager zu halten, daher wird Platz und Miete gespart. 4. Es werden nur ganz wenige, billige Werkzeuge gebraucht. 5. Die Verlegung geht schnell vor sich, da es sich nur um eine einzige Verrichtung handelt, der Draht gegen mechanische Verletzungen unempfindlich ist und unbedenklich auch in feuchtes Mauerwerk gelegt werden kann. Aus diesem Grunde eignet sich der Draht besonders zur Verlegung von im Bau befindlichen Gebäuden. 6. Spezial-Paßstücke, Klemmenhäuschen, wie sie für Rohrdraht und Stahlrohrinstallationen notwendig sind, fallen fort. 7. Der Draht wird erst abgeschnitten, wenn man an der Anschlußstelle angekommen ist; es ergibt sich dadurch weniger Abfall. 8. Die Isolation leidet nicht unter Feuchtigkeit, Druck u. dgl., da keine Faserstoffumhüllung vorhanden ist, die die Feuchtigkeit an den Anschlußstellen aufsaugt. 9. Der Draht kann überstrichen oder überklebt werden und eignet sich daher auch für Installationen in Wohnräumen.

Bemerkenswert ist, daß die neuen (1916) Sicherheitsvorschriften des Verbandes Englischer Elektrotechniker die Verwendung von C. T. S.-Draht gestatten und eine Installation mit C. T. S.-Draht gleichwertig einer Installation mit Gummiader in Stahlrohr hinstellen. Auch die im Jahre 1916 herausgegebenen Richtlinien des englischen Gewerbeinspektorats empfehlen C. T. S.-Drähte wegen ihres zähen Gummimantels für Installationen in chemischen Fabriken, Färbereien, Brauereien und dort, wo der Draht rauher Behandlung ausgesetzt ist. Für die mitteleuropäische Elektrotechnik haben diese Ausführungen derzeit nur akademisches Interesse, da heute nicht abzusehen ist, ob und wann die zur Herstellung von C. T. S.-Draht erforderlichen großen Mengen von reiner Para zur Verfügung stehen werden und ob das Verhältnis der Material- zu den Arbeitskosten nach dem Kriege derartig sein wird, daß die Verwendung hochwertigen Leitungsmaterials für gewöhnliche Installationen wirtschaftliche Vorteile bietet. In England hat man seit jeher verhältnismäßig gute Drähte verwendet, aber Verlegungsverfahren (wie Holzleisten) geduldet, die eben nur bei hochwertiger Gummimischung möglich sind. Der hohe Preis der „Association-Drähte" hat dazu geführt, daß die englischen Drahtfabriken daneben eine zweite Qualität, die den Sicherheitsvorschriften nicht entsprechen, herstellen mußten. Außerdem ist ein schwunghafter Handel mit Drähten dritter Qualität, die von kontinentalen Fabriken stammten, getrieben worden. Diese Verhältnisse zeigen, daß die Vorschriften strenger waren als wirtschaftlich zulässig und daß die Vorschriften des V. D. E., die ungefähr die Mitte zwischen der englischen Prima- und Sekunda-Qualität hielten, eine richtige Vereinheitlichung anstrebten. Für englische Verhältnisse, wo man mit größerer Luftfeuchtigkeit, etwas weniger sorgfältiger Verlegung und damit rechnen muß, daß der Draht auch nach Übersee verkauft wird, scheint allerdings eine etwas bessere Isolierung als nach den V. D. E.-Vorschriften angezeigt. (Electricity, 26. 10. 1917.)

Chronik.

Landesverband der ungarischen Elektrizitätswerke. Auf Anregung des Generaldirektors der hauptstädtischen Elektrizitätswerke Leopold Stark konstituierte sich kürzlich ein Landesverband ungarischer Elektrizitätswerke, dem sich bisher 126 Elektrizitätswerke angeschlossen haben. In der konstituierenden Generalversammlung erörterte Generaldirektor Stark die volkswirtschaftliche Bedeutung des neuen Verbandes. Zum Präsidenten des Landesverbandes wurde Direktor Leopold Stark, zu Vizepräsidenten Ludwig Deutsch, Isor Kovács und Koloman Strokay und zum Generalsekretär Ober-Ing. Franz Zipernowßky gewählt.

Literatur-Bericht.

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von Franz Seufert. 117 Seiten, 90 Textbilder und 4 Tafeln. Berlin 1917, Julius Springer (Preis Mk. 5·60).

Dieses Buch ist nicht, wie nach dem Titel vermutet werden könnte, als umfassendes Lehrbuch der Verbrennungskraftmaschinen oder als ausführliches Handbuch für den Konstrukteur gedacht. Wie der Verfasser im Vorworte selbst sagt, ist es für den Lernenden, insbesondere von Gewerbeschulen, bestimmt und soll den Schüler solcher Anstalten in knapper Fassung über Einteilung und Wirkungs-

Digitized by Google

weise der verschiedenen Arten von Verbrennungskraftmaschinen, über die bauliche Ausführung der für den Betrieb wichtigsten Bestandteile, über die in Verwendung stehenden gasförmigen und flüssigen Brennstoffe unterrichten. Der Schüler wird aber auch in leicht faßlicher Form in die Berechnung, Theorie und Wirtschaftlichkeit dieser Maschinen eingeführt.

Für den genannten Zweck kann das kleine Werk, das in dem übersichtlich eingeteilten Stoff zahlreiche Abbildungen (zum Teil aus den bekannten Werken von Güldner, Magg und Dubbel), Diagramme und Tabellen bringt, bestens empfohlen werden.

Ing. Kopp.

Die Funkentelegraphie. H. Thurn. Dritte Auflage. Leipzig und Berlin 1915, Verlag von B. G. Teubner (Preis geb. M 1·25).

Die kurze Einleitung in die Funkentelegraphie von H. Thurn aus der Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" ist in dritter Auflage erschienen. Das Bändchen ist im Kriege denen, die militärisch mit der Funkentelegraphie zu tun haben und eine Einführung suchten, ein brauchbarer Wegweiser gewesen. Der Verfasser teilt seinen Stoff in drei Hauptabschnitte: Die drahtlose Telegraphie, die drahtlose Telephonie und der Einfluß der Funkentelegraphie auf den Wirtschaftsverkehr und das Verkehrsleben. Nach einleitenden Erklärungen der physikalischen Grundbegriffe wird ein kurzer geschichtlicher Überblick über die Entwicklung der Funkentelegraphie gegeben und daran anschließend werden die einzelnen Stationsbestandteile, wie Luftleiter, Wellenanzeiger, Wellenmesser usw. besprochen. In den nächsten Abschnitten wird das Telefunkensystem und die Apparaturen von dieser Firma behandelt. Es folgt ein kürzerer Abschnitt über drahtlose Telephonie, ihre Theorie und ihre Schaltungssysteme. Im Schlußkapitel geht der Verfasser auf die Stellung der Funkentelegraphie zur Kabeltelegraphie ein und schildert die Bedeutung der Funkentelegraphie für den Seeverkehr. Das Buch bietet bei geringen Ansprüchen eine recht brauchbare Einleitung.

L.

Werner Siemens. Seine Person und sein Werk. 1816—1916. Von C. Dihlmann. Berlin 1916, Verlag von Julius Springer.

Die Festrede, welche Baurat Dihlmann, das älteste Vorstandsmitglied des Siemens-Schuckert-Konzerns und einer der wenigen noch lebenden Mitarbeiter von Werner Siemens, bei der Gedenkfeier zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages gehalten hat, ist nun auch mit einem vortrefflichen Bild des Gefeierten geschmückt, in Druck erschienen. In knapper Form führt uns der Verfasser an Hand der Lebensbeschreibung die zahlreichen wissenschaftlichen und technischen Arbeiten Werner Siemens vor Augen und weiß dabei ihre Bedeutung auch für den Laien verständlich hervorzuheben. Aber auch von der Persönlichkeit des auf so vielen Gebieten hervorragenden Mannes versteht der Verfasser uns ein klares anschauliches Bild zu geben. Vielleicht wäre dasselbe noch lebendiger geworden, wenn Dihlmann, der noch 10 Jahre lang unter Siemens Leitung als Ingenieur der Firma Siemens & Halske gearbeitet hat, es nicht bescheiden verschmäht hätte, aus dieser Zeit das eine oder andere aus seinen persönlichen Eindrücken und Erlebnissen mitzuteilen. Anekdotische Züge charakterisieren ja oft einen großen Mann besonders scharf und kennzeichnend und vermitteln dem Fernstehenden ein zuweilen treffenderes und bleibenderes Bild seiner Persönlichkeit als dickleibige Biographien. In dem Dihlmann schen Vortrag wird der gleiche Zweck mit häufigen Auszügen aus Siemens Briefen erreicht, die ja vor kurzem von Matschoß*) veröffentlicht worden sind. Wer nicht Zeit oder Gelegenheit hat, diese selbst oder „die Lebenserinnerungen" zu lesen, wird aus der Lektüre der kleinen Schrift sich über die Leistungen, die Bedeutung und die Persönlichkeit des großen Mannes rasch und treffend unterrichten können.

E. H.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

Besondere bauliche Anordnungen.

(Fortsetzung von Heft 3, Seite 23.)

Eine Erfindung des Anton Aloysius Ruegg in San Francisko (Ver. St. v. A.) betrifft eine mehrzylindrige Maschine mit Stufenkolben; jeder Zylinder von kleinerem Durchmesser dient als Arbeitszylinder, der von größerem Durchmesser als Gemischladepumpe. Die Verbindungskanäle zwischen Arbeits- und Pumpenraum jedes Zylnders und mit den Räumen des benachbarten Zylinders und ihre Steuerung ist derart gewählt, daß beim Niedergang jedes Kolbens infolge der Verbrennung im Arbeitsraum in den zugehörigen ringförmigen Pumpenraum Gasluftgemisch sowohl vom Vergaser als auch aus dem Pumpenraum des benachbarten Zylinders übertritt, dessen Kolben gerade den Druckhub vollführt. Durch dieses Hinüberschieben der Ladung aus dem einen Pumpenraum in den anderen bleibt der Druck in den Pumpenräumen sehr niedrig und kaltes Gemisch aus dem Vergaser mischt sich mit bereits erwärmten noch vor dem Eintritt in den Verbrennungsraum. Während des Hochgehens jedes Pumpenkolbens wird das Gemisch zunächst in den Verbrennungsraum des eigenen Zylinders übergedrückt, in den auch ein Gemisch aus dem Pumpenraum des vorhergehenden Zylinders übertritt, worauf der Rest in den Arbeitsraum des folgenden Zylinders gepreßt wird. (D. R. P. Nr. 294 946.)

Zur Erhöhung der Leistung der Maschinen mit Schlitzsteuerung ist es bekannt, die Aufladung dadurch zu steigern, daß man die Einlaßschlitze später schließt als die Auspuffschlitze. Handelt es sich um Maschinen mit gegenläufigen Kolben, von denen der eine die Einlaßschlitze, der andere die Auslaßschlitze steuert, so muß die Kurbel des den Auspuff steuernden Kolbens der anderen Kurbel um einen bestimmten Winkel voreilen. Ist dieser Voreilwinkel zwecks großer Steigerung der Aufladung beträchtlich, so kann die Maschine nicht im umgekehrten Drehsinne betrieben werden, da dann die Einlaßkurbel der Auslaßkurbel voreilt und daher der Einlaß bereits geöffnet ist, bevor der Druck im Arbeitsraum unter den Druck der neuen Ladung durch den Auspuff gesunken ist, so daß Verbrennungsgase in den Ladebehälter übertreten würden. Um aber solche Maschinen dennoch im umgekehrten Drehsinn betreiben zu können, ordnet die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin außer den normalen Auspuffschlitzen *a* (Abb. 7) noch besondere Auslaßschlitze *b* an, die bei normaler Drehrichtung durch das Ventil *c* von der Auspuffleitung abgeschlossen sind. Soll die Maschine in umgekehrter Richtung laufen, so muß dieses Ventil geöffnet werden, so daß wieder der Auspuff durch Schlitze *b* früher beginnt als der Einlaß durch Schlitze *e*. Beim Rückgang der Kolben muß das Ventil aber wieder geschlossen sein, damit zwecks Steigerung des Aufladens der Einlaß später geschlossen wird als der Auspuff.

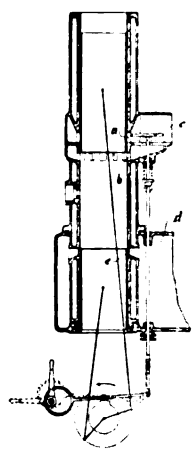


Abb. 7.

(D. R. P. Nr. 288 233.)

Der gleiche Zweck kann bei einer solchen Maschine nach einer weiteren Erfindung der Firma auch dadurch erreicht werden, daß bei Umkehrung des Drehsinns die von dem einen Kolben aufgedeckten Einlaßschlitze vom Ladebehälter bezw. von der Ladepumpe durch ein Ventil solange abgesperrt werden, bis nach der später erfolgenden Freilegung der Auslaßschlitze durch den anderen Kolben der Druck im Verbrennungsraum unter den Druck der neuen Ladung gesunken ist. Hat der Kolben nach seiner Umkehr die Einlaßschlitze wieder überdeckt, so wird das Ventil wieder geschlossen. Sowohl nach dieser als auch nach der vorbeschriebenen Erfindung kann das betreffende Ventil entweder von Hand aus verstellt werden, oder durch die Umsteuerungsvorrichtung der Maschine. (D. R. P. Nr. 288 508.)

Ist bei Maschinen mit gegenläufigem Kolben der obere durch Schub- und Umführungsstangen mit derselben Welle verbunden, so sind die Massen seines Triebwerkes größer als die des unteren Kolbens und die Maschine erhält einen stoßenden Gang. Um diesen bei solchen Maschinen zu vermeiden, deren einer Kolben den Einlaß, der andere den Auslaß steuert, läßt die Firma die Auslaßschlitze durch den äußeren Kolben steuern, gibt ihm einen kleineren Hub als dem inneren, den Einlaß steuernden Kolben und bildet die Auslaßschlitze kürzer aus als bei gleichem Hub beider Kolben. Durch die Verkürzung der Gestängelänge ist das Gewicht des äußeren Triebwerkes verkleinert und der kleinere Hub hat eine Verringerung der Massenbeschleunigung zur Folge, so daß ein Ausgleich der Massenwirkung beider Triebwerke erzielt wird.

(Ö. P. Nr. 72 357.)

(Fortsetzung folgt.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 184.

Vereins-Nachrichten.

Vorträge.

Elektrotechnischer Verein in Wien.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Der Elektrotechnische Verein und der Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie veranstalten gemeinsam einen Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Die Vorträge werden im Festsaale des Niederösterr. Gewerbevereines, Wien I, Eschenbachgasse 11, abgehalten werden.

Den nächsten Vortrag hält am Mittwoch den 6. Februar, **halb 7** Uhr abends: Herr Ingenieur P. Poschenrieder über: „Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen."

Das weitere Vortragsprogramm wird rechtzeitig bekanntgegeben werden.

Die Vereinsleitung.

Fachgruppe für Elektrotechnik des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien.

Montag den 11. Februar 1918, abends **halb 7** Uhr: Vortrag des Herrn Direktor Ing. K. Straszewski über: „Das Elektrizitätswerk Siersza", mit Lichtbildern.

Unsere Mitglieder sind zu diesem Vortrag eingeladen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
3. Februar 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 5.
36. Jahrgang.

INHALT:

Ein Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften. Von Dr. techn. Ing. M. Vidmar 49
Die Wirtschaftlichkeit der Kochstromabgabe für die Abnehmer und die Elektrizitätswerke 52
Rundschau 55
Literaturbericht 57
Briefe an die Schriftleitung 57
Vereinsnachrichten 58

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Ein Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften.

Von Dr. techn. Ing. **M. Vidmar**, Wien.

Spricht man von der Ergänzung der Erwärmungsvorschriften, die heute für den Elektromaschinenbau maßgebend sind, so muß man natürlich vor allem beweisen, daß eine Ergänzung notwendig ist. Die Sicherheitsvorschriften decken seit vielen Jahren den Käufer, der keine kurzlebige Maschine kaufen will, sie sichern andererseits auch den Konstrukteur vor nachträglichen Vorwürfen, die infolge mangelnder Sachkenntnis nur zu leicht ungerecht sein könnten. Sie haben sich zweifellos als eine gute Einrichtung bewährt und haben ihr Daseinsrecht nachgewiesen. Eine Ergänzung müßte zwingend begründet sein und einem wirklichen Bedürfnis entspringen, wenn sie ernstlich auf Beachtung rechnen wollte.

Es ist nicht zu leugnen. daß die heute geltenden Erwärmungsvorschriften den strebsamen Konstrukteur nur zu oft unnötigerweise und lästigerweise einengen. Es ist sogar leicht nachzuweisen, daß sie nicht immer ihr Ziel erreichen und den unerfahrenen Käufer vor jeder Gefahr schützen. Die Schwierigkeiten der Temperaturmessung bringen es mit sich, daß die Gefahrzeichen nicht unmittelbar wahrgenommen werden können, daß sie infolgedessen auch nicht durch Vorschriften beherrscht werden können. Begleiterscheinungen müssen nur zu oft für das einstehen, was eigentlich für den Käufer und für den Konstrukteur das Alleinwichtige ist und sie versagen, wenn die feste Verbindung zwischen ihnen und der Haupterscheinung fehlt.

Eine Maschine kommt in Verbrennungsgefahr, wenn irgendwo in der Drahtisolation die Temperatur von 105° C überschritten wird. Es ist bekannt, daß die Baumwolle diese Temperatur dauernd noch ganz gut verträgt, daß aber mit jedem Grad Überschreitung die Lebensdauer ganz rapid abnimmt. Der Konstrukteur muß infolgedessen immer achtgeben, daß nirgends im Innern des Wicklungskörpers die Gefahrtemperatur erreicht wird, und die Sicherheitsvorschriften haben die Pflicht, die Gefahrtemperatur zu überwachen.

Nach dem Gesagten handelt es sich immer um die höchste Temperatur im Wicklungskörper, die natürlich nur an irgend einem Punkt erreicht werden kann. Es ist selbstverständlich, daß der Maschine die größte Gefahr droht, wenn auch nur an einer Stelle die Isolation verkohlt und ein innerer Schluß möglich wird. Die mittlere Temperatur im Wicklungsinnern hat nichts zu sagen, obwohl sie natürlich niemals der Gefahrtemperatur in die Nähe kommen darf.

Wenn daher die Erwärmungsvorschriften die mittlere Übertemperatur im Kupfer begrenzen, sichern sie die Maschine keineswegs vollkommen. Sie nehmen natürlich notgedrungen einen Spielraum für den Unterschied zwischen der mittleren und der höchsten Temperatur an, aber eine allgemeine diesbezügliche Annahme kann in vielen Fällen ungerecht sein, in vielen Fällen versagen. Wird der Spielraum zu reichlich angenommen, so wird der frische Fortschritt empfindlich gehemmt und die Ausnutzung des Materiales wird nicht in dem Ausmaße möglich, wie sie wünschenwert wäre. Der Käufer und der Konstrukteur leiden beide darunter und es liegt im Interesse beider, wenn da aus der Verlegenheit ein Ausweg gefunden wird.

Die mittlere Übertemperatur kann in den Erwärmungsvorschriften durch die höchste, die eigentlich begrenzt werden soll, nicht ersetzt werden. Darüber ist wohl kein Zweifel möglich. Die höchste Übertemperatur ist kaum oder nur sehr schwer meßbar. Der Ort, wo sie auftritt, ist niemals mit Verläßlichkeit angebbar und selbst, wenn er bekannt ist, ist er dem Meßinstrument gewöhnlich unzugänglich. Die mittlere Kupferübertemperatur ist dagegen durch Widerstandsmessung außerordentlich einfach festzustellen. Die elektrische Messung ist dabei viel genauer als die gewöhnlichen Thermometermessungen, so daß schon aus diesem Grunde die Bestimmung der mittleren Übertemperatur ein wertvolles Hilfsmittel der Erwärmungsvorschriften werden muß.

Die Lücke in den Vorschriften, die zwischen der höchsten und der mittleren Übertemperatur offen bleibt, ist natürlich von den schaffenden Ingenieuren schon frühzeitig bemerkt worden. Die meisten Konstrukteure sind sich darüber im klaren, daß sie das Gesetz einhalten können und doch den Käufer schädigen, während sie in anderen Fällen den Vorschriften nicht Genüge leisten und doch eine gesunde Maschine liefern können. Natürlich mußten sie den bittern Weg gehen und des Scheines wegen immer die allgemeinen Vorschriften einhalten, während sie in gefährlichen Fällen doch die wirkliche Gefahr zu vermeiden bestrebt waren. An eine Abhilfe gegen die Härten des Gesetzes wurde wenig gedacht und Auswege wenig gesucht.

Der Verfasser hat in seinem Buch „Moderne Transformatorenfragen"*) bereits einmal auf die Unzulänglichkeit der bestehenden Erwärmungsvorschriften hingewiesen, allerdings ohne einen Ausweg anzugeben. Einige Kritiker mußten ihm rechtgeben, konnten aber schließlich doch nur das Festhalten an den bestehenden Gesetzen als das kleinste Übel empfehlen. Der Ausweg fehlte trotzdem empfindlich und es ist vielleicht nicht ungerechtfertigt, wenn im folgenden ein Vorschlag gemacht werden soll.

Wenn es feststeht, daß die mittlere Kupferübertemperatur in den Erwärmungsvorschriften beibehalten werden muß, so bleibt offenbar nur noch ein Weg zur

*) Sammlung Vieweg, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1915.

Digitized by Google

höchsten Übertemperatur übrig, nämlich nicht eine einmalige Abfertigung des Unterschiedes, sondern eine Beschränkung des Temperaturgefälles zwischen dem heißesten und dem mittelwarmen Punkt der Wicklung für jeden einzelnen Fall. Der hier angedeutete Ausweg läßt klar erkennen, daß man mit einer Ergänzung der bestehenden Vorschriften auskommen kann, eben mit der Ergänzung in der Richtung, daß der Unterschied zwischen der mittleren und der höchsten Übertemperatur jeweils bestimmt wird.

Eine derartige Ergänzung hat natürlich nur dann eine Aussicht, sich in der Praxis durchzusetzen, wenn sie nicht unnötige meßtechnische Verwicklungen bringt und vor allem dann, wenn sie eine wirkliche und merkliche Abhilfe bringt. Daß eine solche Ergänzung überhaupt möglich ist, müssen wir an erster Stelle nachweisen und wie sie in allen praktisch vorkommenden Fällen durchführbar ist, müssen wir durch eine eingehende Untersuchung der entscheidenden Erwärmungsvorgänge nachweisen. Wir müssen daher in erster Linie nachsehen, wie sich das innere Temperaturgefälle im Wicklungskörper aufbaut, welchen Gesetzen es folgt und wie es durch einfache Messungen überwacht werden kann.

Die Aufgabe, die hier zu bewältigen ist, sieht schwieriger aus als sie ist. So unregelmäßig und willkürlich auch die Gestalt des aus der Wicklung kommenden Wärmestromes scheinbar ist, so gehorcht sie doch einem verhältnismäßig einfachen Gesetz, einem Gesetz, das merkwürdigerweise so ziemlich alle Wicklungsformen des Elektromaschinenbaues umfaßt und auf diese Weise eine einheitliche und durchgreifende Beurteilung ermöglicht.

Die Quellen des Wärmestromes sind über das ganze vom Strom durchflossene Kupfer verteilt. Bei der Untersuchung der inneren Wärmewirtschaft muß man daher den Wärmestrom in eine Unzahl von Stromfäden zerlegen, die alle im Kupfer irgendwo anfangen und an der kühlenden Oberfläche enden. Wesentlich einfacher wird nun die Untersuchung, wenn man den ganzen Wicklungskörper als einen homogenen Körper betrachtet und die Wärmequellen ganz gleichmäßig über sein Inneres verteilt. Diese Vereinfachung ist wohl ohneweiteres statthaft, weil sie allerhöchstens die Gestalt des Wärmestromes verändert, nicht aber seine Stärke. Man kann nämlich die Ergiebigkeit der Wärmequellen im Ersatzkörper immer der Vereinfachung gemäß entsprechend kleiner annehmen, als sie eigentlich im Kupfer feststellbar ist. Ebenso kann man den Strömungswiderstand des Ersatzkörpers immer so bestimmen, daß das Gesamtgefälle sich nicht ändert.

Der Übergang vom wirklichen Wicklungskörper zum Ersatzkörper vollzieht sich, wie wir sehen werden, in allen praktischen Fällen verhältnismäßig leicht. Vorderhand genügt die Feststellung, daß er überhaupt möglich ist, und wir wollen die Untersuchung der inneren Wärmewirtschaft unter der Voraussetzung durchführen, daß wir es mit einem homogenen Körper zu tun haben.

Bei der Zerlegung des Wärmestromes in Stromfäden wird man vor allem bemerken, daß man verschieden lange Stromkanäle bekommen wird. Der längste Stromfaden führt zum heißesten Punkt im Wicklungskörper. Wir können uns aber leicht überzeugen, daß alle Stromfäden in eine Einheit zusammengefaßt werden können, wenn wir vor allem nachsehen, wie die Gestalt des Stromfadens auf das verbrauchte Temperaturgefälle zurückwirkt.

Es liegt auf der Hand, daß man an der Wärmebewegung in einem Stromfaden nichts ändert, wenn man seine Achse, die im allgemeinen irgend eine Krümmung zeigt, gerade biegt. Ein kurzes Stück des Stromfadens kann daher auf jeden Fall durch einen Pyramidenstumpf ersetzt werden, der der Erweiterung entspricht, die der Stromfaden auf seinem Wege durch den Wicklungskörper erfährt. Fast durchwegs nämlich wächst der Querschnitt des Wärmestromes mehr und mehr, je näher er an die kühlende Oberfläche herankommt. Die Spule des Transformators zum Beispiel läßt ihren Wärmestrom hauptsächlich radial austreten und auch die in einer Nut eingebettete Spule des Stromerzeugers oder Motors gibt die Wärme an die Nutenwände ab. In beiden Fällen haben wir es mit bedeutenden Querschnitterweiterungen im Stromfeld zu tun.

Der einfachste Fall des Wärmestromes wäre der des sich durchwegs gleichmäßig erweiternden Stromfadens, der also in seiner Gänze durch einen Pyramidenstumpf nach Abb. 1 ersetzt werden könnte. Wir wollen uns zunächst mit ihm beschäftigen, weil wir auf diese Art sofort der Wirklichkeit so nahe kommen, daß die weitere Arbeit außerordentlich einfach wird. Wir wollen deshalb annehmen, der Anfangsquerschnitt des Stromfadens betrüge 1 dm² und der Querschnitt in der Entfernung vom x dm, vom Stromfadenanfang an gerechnet, hätte bereits $(1 + a\,x)^2$ dm² erreicht. Die Querschnittszunahme wäre auf diese Art durch die Konstante a gegeben.

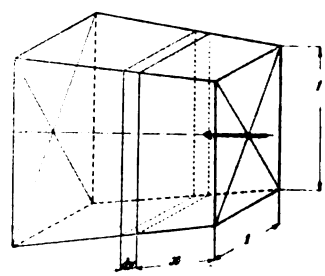


Abb. 1.

Zwischen dem Anfangsquerschnitt und dem soeben betrachteten Querschnitt liegt ein Körper von

$$\frac{(1 + a\,x)^3 - 1}{3\,a}\ \text{dm}^3$$

Rauminhalt. Entsteht im Betrieb in jedem dm³ die Wärmemenge von w Watt, so muß natürlich der Stromfadenquerschnitt an der Stelle x (Abb. 1) die Wärmemenge

$$w\,\frac{(1 + a\,x)^3 - 1}{3\,a}\ \text{Watt}$$

durchlassen. Auf der darauffolgenden unendlich kleinen Strecke $d\,x$ (Abb. 1) wird deshalb, wenn die Leitfähigkeit des Körpers $\lambda\ \frac{\text{Watt}}{\text{dm} \cdot {}^0\text{C}}$ beträgt, ein Temperaturgefälle von

$$-\,d\,t = \frac{w}{3\,a\,\lambda} \cdot \frac{(1 + a\,x)^3 - 1}{(1 + a\,x)^2} \cdot d\,x \cdot {}^0\text{C}$$

verbraucht.

Für die ganze Länge des Stromfadens l (dm) ergibt sich auf diese Art ein Gefälle von

$$t_i = \frac{w}{3\,a^2 \cdot \lambda}\left[\frac{(1 + a\,l)^2 - 1}{2} + \frac{1}{1 + a\,l} - 1\right]{}^0\text{C}.$$

In dieser umständlichen Form ist das Resultat nicht übersichtlich. Zieht man aber aus dem Klammerausdruck $a^2\,l^2$ heraus und führt gleichzeitig den Endquerschnitt des Stromfadens

$$y_0 \quad (1 + a\,l)^2 \quad \ldots\ldots\ 1)$$

Digitized by Google

oder, was dasselbe ist, das Verhältnis des Endquerschnittes zum Anfangsquerschnitt ein, so erhält man die ganz einfache Formel

$$t_i = \frac{w\,l^2}{2\,.\,\lambda}\left[\frac{1}{3}+\frac{2}{3\sqrt{y_0}}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2).$$

Die Gleichung 2) enthält eine ungemein wertvolle Feststellung. Sie zeigt zunächst, daß im Wesen kein Unterschied zwischen den verschiedenen Stromfadenformen besteht. Vor allem aber zeigt sie, daß das innere Temperaturgefälle in sehr weiten Grenzen für die Erweiterung des Stromfadenquerschnittes fast unempfindlich ist.

Man sieht aus dieser Feststellung sofort, daß man den wirklichen Stromfaden, dessen Querschnittserweiterung nicht durchwegs das einfache Gesetz des Pyramidenstumpfes befolgt, trotzdem nach dem einfachen Ersatzbild behandeln kann. Gegenüber der Unempfindlichkeit für größere oder kleinere Querschnittsveränderungen hat die Rechnung einen sehr leichten Stand. Sie kann in den allermeisten Fällen mit Mittelwerten auskommen, die den ganzen praktischen Bereich umfassen.

In den allermeisten praktischen Fällen ist der Endquerschnitt des Stromfadens zwei- bis dreimal größer als der Anfangsquerschnitt. Im Durchschnitt kann man also setzen:

$$t_i = \frac{w\,l^2}{2\,.\,7\,\lambda}\ ^0\mathrm{C} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3).$$

Geht der Stromfaden unendlich stark auseinander, so wird bei gleicher Stromfadenlänge das Gefälle natürlich kleiner. Aber unter den Wert

$$t_i = \frac{w\,l^2}{6\,\lambda}\ ^0\mathrm{C}$$

kann es offenbar niemals sinken, dies ist der Grenzwert, der überhaupt jemals erreicht werden kann.

Das höchste Temperaturgefälle in einem Wicklungskörper ist auf diese Art verhältnismäßig leicht feststellbar, sobald es gelungen ist, den richtigen Ersatzkörper zu finden und die Stelle bekannt ist, an der die höchste Temperatur erwartet werden muß. Die mittlere Übertemperatur könnte nun ebenfalls auf dem bereits betretenen Wege ermittelt werden und der Vergleich zwischen den beiden Temperaturwerten würde bereits zum Resultat führen. Vorher muß aber doch der Beweis erbracht werden, daß es möglich ist, tatsächlich einen Ersatzkörper für die Spule zu finden, damit die praktische Anwendbarkeit der Rechnung nicht bezweifelt werden muß.

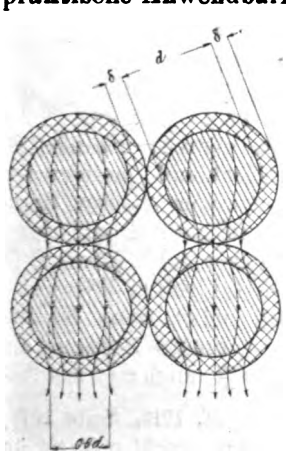


Abb. 2.

Sieht man sich den Querschnitt einer Transformatorspule oder der Erregerspule einer Gleichstrommaschine an, so sieht man sofort, auf was es hauptsächlich beim Bestreben, einen Ersatzkörper zu finden, ankommt. Augenscheinlich wird einerseits der Durchmesser des gesamten Drahtes d (mm), andererseits die Stärke der Umspinnung, einseitig gemessen, δ (mm) eine Rolle spielen (Abb. 2).

Ohneweiteres sieht man ein, daß der Ersatzkörper, wenn er dieselben Außenabmessungen bekommt wie der Spulenkörper, im Verhältnis

$$\frac{d^2\,.\,\frac{\pi}{4}}{(d+2\,\delta)^2}$$

weniger Watt pro dm³ entwickeln muß als das Kupfer. Statt 22 W/dm³ bei 1 A/mm² Stromdichte müssen wir daher bei einer Strombelastung von i A/mm²

$$w = 22\,.\,\frac{\pi}{4}\,\frac{d^2}{(d+2\,.\,\delta)^2}\,.\,i^2\ \mathrm{W/dm^2}$$

setzen.

Die Leitfähigkeit der Ersatzspule ist dagegen sicher größer als die der Baumwolleumspinnung. Allerdings nicht im Verhältnis

$$\frac{d+2\,\delta}{2\,\delta},$$

denn der Wärmestrom wird beim Übergang von Draht zu Draht zusammengedrängt, so wie es die Abb. 2 zeigt. Schätzt man die Zusammendrängung so ein, daß man die engste Stelle ungefähr gleich 60% des Drahtdurchmessers setzt, so bekommt man die richtige Verhältniszahl zu

$$\frac{d+2\,\delta}{2\,\delta}\ .\ \frac{0.6\,d}{d+2\,\delta},$$

mit der die Leitfähigkeit der Drahtumspinnung multipliziert werden muß, damit die richtige Leitfähigkeit des homogenen Ersatzkörpers gefunden wird.

Die rohe Baumwolle hat eine sehr kleine Leitfähigkeit, nämlich ungefähr $6\,.\,10^{-3}\ \frac{\mathrm{Watt}}{^0\mathrm{C}\,.\,\mathrm{dm}}$. Aber rohe Drähte kommen in den elektrischen Maschinen nirgends mehr vor, gewöhnlich wird sogar jeder Draht vor Beginn der Wickelarbeit schellackiert. Dabei steigt die Leitfähigkeit der Drahtisolaiion auf den doppelten Wert, also auf $12\,.\,10^{-3}\ \frac{\mathrm{Watt}}{^0\mathrm{C}\,.\,\mathrm{dm}}$. Der moderne Elektromaschinenbau verwendet bereits fast durchwegs getränkte Spulen. Dies bringt eine weitere ganz erhebliche Verbesserung der inneren Leitfähigkeit, so daß man mit fast $20\,.\,10^{-3}\ \frac{\mathrm{Watt}}{^0\mathrm{C}\,.\,\mathrm{dm}}$ rechnen kann. So ergibt sich bei der Anwendung der Gleichung 3) zunächst folgender Ausdruck:

$$t_i = 1{\cdot}06\,.\,10^2\,.\,d\,.\,\delta\,.\,i^2\,.\left(\frac{l}{d+2\,\delta}\right)^2$$

Wesentlich übersichtlicher wird das neue Resultat, wenn man an Stelle des Wärmestromfadens l die Drahtlagenzahl einführt, die der Wärmestrom durchdringen muß. Setzt man also

$$n = \frac{100\,l}{d+2\,\delta}$$

— l muß in dm eingesetzt werden — so bekommt man die überaus einfache Gleichung

$$t_i = 10\,.\,i^2\,.\,d\,.\,\delta\,\frac{n}{10}^2\ ^0\mathrm{C} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

für das höchste innere Temperaturgefälle der Runddrahtspule.

Man kann sich sehr leicht überzeugen, daß diese Gleichung den Erfahrungsresultaten sehr gut entsprechende Werte gibt. Sie zeigt auch in ihrem ganzen Aufbau Erwärmungsgesetze an, die dem Empfinden des erfahrenen Konstrukteurs sehr gut entsprechen. Der notwendige Beweis, daß eine einfache Rechnung

Digitized by Google

bei Spulen möglich ist, kann demnach als erbracht betrachtet werden.

Neben den Spulen, wie sie in Transformatoren oder auf den Magnetpolen von Gleichstrommaschinen vorkommen, gibt es auch noch langgestreckte Spulen, wie sie in Nuten von Stromerzeugern und Motoren eingebettet werden. Bei diesen Spulen ist der Wärmeübergang vom Spuleninnern nach der Oberfläche weniger wichtig, als das Strömen der Wärme der Spule entlang aus der Nut in die Spulenköpfe, wie sie dann an die Luft abgegeben wird. Es ist leicht einzusehen, daß der direkte Wärmeübergang quer von Draht zu Draht nur sehr wenig Temperaturgefälle verbraucht. Dagegen stellt sich zwischen der Spulenmitte einerseits und der Spulenkopfmitte andererseits ein ziemlich erhebliches Gefälle ein. Wie dieses Gefälle berechnet werden muß, hat Arnold in seiner Wechselstromtechnik, Band V, 1. Elftes Kapitel gezeigt.

(Schluß folgt.)

Die Wirtschaftlichkeit der Kochstromabgabe für die Abnehmer und die Elektrizitätswerke.

Die Kommission für Koch- und Heizapparate des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, deren erster Bericht sich bekanntlich mit dem gegenwärtigen Stand der Technik der elektrischen Kochapparate befaßte*), hat als nächsten Punkt die Frage der Wirtschaftlichkeit der Kochstromabgabe einer gründlichen Untersuchung unterzogen. Hierüber erstattete der Vorsitzende der Kommission Herr Prof. Dr. Wyssling, an der am 7. Juli d. J. in Langenthal (Kt. Bern) stattgefundenen Diskussionsversammlung des S. E. V. eingehenden Bericht.**)

Die von manchen Fachleuten geäußerten Bedenken, daß die Kochstromabgabe niemals sowohl für den Abnehmer als auch für das produzierende Werk gleichzeitig wirtschaftlich sein könne, indem die Gestehungskosten der elektrischen Energie an den Zählerklemmen des Abonnenten den Preis, der äußerst von diesem gefordert werden kann, immer beträchtlich übersteigen müssen, ist insofern unrichtig bezw. unrichtig geworden, als dieses Verhältnis bei hydraulischen Werken und den heutigen Preisen für fossilen Brennstoff bereits eine starke Verschiebung erfahren hat, die Werke aber durchwegs ja auch wesentlich teurer zu verrechnenden Lichtstrom abgeben. Nur die mittleren Einnahmen pro kWh müssen zu den mittleren Selbstkosten für die Arbeitseinheit in richtigem Verhältnis stehen, um einen angemessenen Nutzen zuzüglich Verzinsungsquote zu gewährleisten.

Die Wirtschaftlichkeit für den Konsumenten. Sind die Kosten für das elektrische Kochen für den Abnehmer nicht größer als bei den anderen Kocharten, dann ist es für diesen wirtschaftlich. Bei der großen Verteilung der Gasküche in der Schweiz wird der Vergleich mit dieser allein durchgeführt, wobei die die Gesamtausgaben beeinflussenden Verhältnisse bei beiden Kocharten als ungefähr gleichwertig angesehen werden. Diese Voraussetzung ist allerdings nur bei einem kompletten elektrischen Kochherd im Vergleich zu einem kompletten Gasherd mit mindestens 3 Flammen und Bratrohr richtig, die beide im Anschaffungspreis nur mehr unwesentlich auseinander sein dürften. Das Gas-Réchaud der Durchschnittsfamilie mit einer oder höchstens zwei Flammen ist im Preis immer noch wesentlich billiger als die einfachste elektrische Kochplatte, freilich kann dieser Unterschied durch die besonderen Vorzüge des elektrischen Kochens an sich teilweise ausgeglichen werden. Der zur Ermittlung des Äquivalenzverhältnisses der Preise von Gas und elektrischer Energie zum Kochen wiederholt versuchte Vergleich der Heizwerte des Kubikmeters Gas und der Kilowattstunde unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade beider Kocharten, kann keine eindeutigen Ergebnisse zeitigen. Hier spielen äußere Umstände wie die Handhabung der Apparate, eine wesentliche Rolle, die niemals den im praktischen Kochen in Erscheinung tretenden mittleren Wirkungsgrad mit einiger Sicherheit bestimmen lassen. Einen gerechten Vergleich können nur die Ergebnisse praktischer Anwendung bei beiden Kocharten liefern.

Der Gaskonsum für vollständige Küche schwankt zwischen den extremen Werten von 0·25 bis 0·75 m³ pro Kopf und Tag, die Großzahl der Konsumziffern dürfte aber zwischen 0·3 bis 0·5 m³ liegen, je nach Lebenshaltung und Gewohnheit. Sparsame Hausfrauen brauchen wesentlich weniger Gas als die meisten Köchinnen. Die gleiche Verschiedenheit weisen die Verbrauchszahlen für die vollständige elektrische Küche auf. Hier ist namentlich von Bedeutung, ob das zum Abwaschen benötigte heiße Spülwasser gleichfalls elektrisch erhitzt wird oder nicht, da der Verbrauch hierfür im Verhältnis zu demjenigen für das Kochen selbst ziemlich groß ist. So gibt Dettmar*) für das Spülwasser allein einen Konsum von 0·36 kWh pro Kopf und Tag an. Im allgemeinen dürfte der Gesamtverbrauch zwischen 0·4 bis 1·9 kWh ohne Spülwassererhitzung und von 0·4 bis 2·2 kWh mit Spülwassererhitzung pro Kopf und Tag liegen. Als Mittelwert wurden aus den Angaben verschiedener schweizerischer Werke 0·88 kWh pro Kopf und Tag ohne und 1·04 kWh mit Inbegriff des Spülwassers errechnet. Als Mittelwert des Verhältnisses zwischen Elektrizitätsverbrauch und Gasverbrauch erhält man demnach

$$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} = 1{\cdot}5 \text{ bis } 2{\cdot}7.$$

Das der Wirklichkeit am ehesten entsprechende Verhältnis dürfte bei 2·4 liegen. Beim gegenwärtigen Stand der elektrischen und der Gasküche dürfen also 2 bis 3 mal soviel kWh gebraucht werden als m³ Gas für dieselbe Küche, oder es tritt Gleichheit der Kosten für beide Kocharten ein, wenn die kWh zum Kochen $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Preises von 1 m³ Gas kostet. Bei den in der Schweiz üblichen Kochgaspreisen von 18 bis 20 cts. pro m³ vor dem Kriege mit Extremen von 15 bis 26 cts. und den heutigen Preisen von 20 bis 25 cts. pro m³ mit Extremen von 17·5 bis 30 cts. betrüge also der äquivalente Kilowattstundenpreis 9 extrem 10 cts. vor dem Kriege, heute etwa 10 bis 15 cts.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Beobachtungen, die Prof. Wyssling bei der vollständigen elektrischen Küche seines eigenen Haushalts, bestehend aus einem elektrischen Kochherd modernster Konstruktion, mit 4 Kochplatten und einem großen Bratrohr machte. Die Beobachtungen erstreckten sich auf einen Zeitraum von 3 Monaten, die Personenzahl schwankte zwischen 3 bis 9. Pro Tag wurden 4 Mahlzeiten (Morgen-, Mittag-, Abend-**) und Nachtessen), neben dem Nachtessen, das in der Schweiz, mit ihrer nichts weniger als knappen Küche, stets warm zu sein pflegt, auch der landes-

*) „Bulletin" des S. E. V. Nr. 1, Jahrg. 1917, E. u. M. 1917, Seite 191.

**) „Bulletin" des S. E. V. Nr. 7, Jahrg. 1917; E. u. M. 1917, Seite 593.

*) E. T. Z. 1912, Seite 1161 ff.; E. u. M. 1912, Seite 1073.

**) Dem „Abendessen" in der Schweiz entspricht etwa unsere „Jause."

Digitized by Google

übliche warme Abendkaffee bereitet. Pro Kopf und Tag wurde festgestellt

1·11 kWh bei Hausfrauen-Küche ohne Spülwasser
1·41 „ „ Dienstboten- „ „ „
1·78 „ „ „ „ mit „

Für das Äquivalenzverhältnis ergibt sich total 2·9 für Hausfrauen-Küche bis 2·2 bei Dienstboten-Küche, also 2·55 im Mittel.

Die Wirtschaftlichkeit vom Standpunkte der Elektrizitätswerke. Es kommt nicht allein darauf an, ob bei Verkauf von Kochstrom zu den oben angeführten Preisen, was in der Schweiz vielerorts bereits geschieht, die mittleren Selbstkosten der Energie beim Abonnenten gedeckt werden, sondern namentlich darauf, ob die mittleren Einnahmen pro kWh einen angemessenen Nutzen für das Werk gewährleisten. Dies wird schon dadurch sicher erreicht, daß man den parallel abgegebenen Lichtstrom wesentlich teurer verkauft. Der Lichtstrompreis hält den Kochstrompreis. Außer den Selbstkosten der Energie ist es aber namentlich der jährliche Energiebedarf für das Kochen und die dafür erforderlichen Maximalleistungen und die sich hieraus ergebende Steigerung der Maximalleistung des ganzen Werkes bezw. die Änderung der Benützungsdauer der Maximalleistung, die von maßgebendem Einfluß auf die Rentabilität der Kochstromabgabe sind, da hauptsächlich die Steigerung der Maximalleistung, gesteigerte Leistungsfähigkeit der Leitungen oder gar der Transformatoren und des Werkes selbst verlangen, die Erweiterungen zur Folge haben, deren Kosten durch die Einnahmen aus dem Kochstrom zu decken sind.

Zur allgemeinen Untersuchung dieses Punktes wird angenommen, daß für eine mittlere Familie (in der Schweiz 4·5 Personen) mit einer Herd-Anschlußgröße von 2500 W, entsprechend 0·55 kW pro Kopf, zu rechnen sei. Der Lichtanschluß für die gleiche Familie dürfte bei Verwendung von Metalldrahtlampen 250 W betragen. Bei einem mittleren Energieverbrauch von 0·9 bis 1·3 kWh pro Kopf und Tag ergibt sich ein Energieverbrauch von 350 bis 500 kWh pro Person und Jahr, oder von 1500 bis 2200 kWh, also etwa 1800 kWh im Mittel, für obige Familie, was einer Benützungsdauer von $\frac{1800\text{ kWh}}{2{\cdot}5\text{ kW}}$ = zirka 700 Stunden pro Jahr entsprechen würde. Zur Bestimmung der Kochleistungsspitzen mußte auf die Kochgas-Konsumkurven zurückgegriffen werden. Nach diesen fällt im Winter (der maßgebenden Jahreszeit) die Zeit der Morgenkochspitze von $7^1/_2$ bis 8 h, die der Mittagsspitze von $11^1/_2$ bis $11^3/_4$, die der Abendspitze im allgemeinen zwischen 6 und 7 h, also später als die Lichtspitze. Was die Höhe dieser Spitzenleistungen im Verhältnis zum Anschlußwert anbelangt, so wird bei Wegfall einer zeitlichen Beschränkung (Sperrzeit) für die Kochstromabgabe für die Maximalbeanspruchung durch die Kochstellen mit folgenden Prozentsätzen des Anschlußwertes zu rechnen sein:

für	bei der Morgenspitze	bei der Mittagspitze	bei der Abendspitze
die einzelne Familie . . .	35 bis 45	70 bis 75	45 bis 50
einzelne Straßenleitungen .	25 „ 35	55 „ 70	35 „ 45
Ortsnetze (Dörfer)	20 „ 30	45 „ 70	25 „ 35
das gesamte Werk . . .	15 „ 25	35 „ 50	20 „ 30

Den täglichen Verlauf des Kochstromes zeigt unter diesen Annahmen die Abb. 1, in die auch die von Großen*) und Ringwald**) gefundenen Kurven eingezeichnet sind. Die durch den Kochstrom bedingte relative Steigerung der Maximalleistung ist am größten in den einzelnen Straßen- und Wohnungsleitungen, namentlich wo letztere nur für die Lichtleistung = zirka $^1/_{10}$ der Kochleistung bemessen sind. Wo in Straßen getrennte Kabelleitungen für Licht und Kraft verlegt sind, werden die Kochanschlüsse zweckmäßig an letzteren erfolgen. Gering wird der Einfluß der Steigerung auf ganze Ortsnetze mit ihren gemeinsamen Transformatoren für Licht und Kraft, noch geringer für die Fernübertragungsleitungen und das ganze Kraftwerk sein. Die große Verschiedenheit der Anlagen, Leitungsnetze usw. und deren Leistungsfähigkeit bedingt die bestehenden Unterschiede in Bezug auf die Möglichkeit der Kochstromabgabe und deren Preis.

Die wirkliche Größe der Spitzensteigerung hängt vornehmlich davon ab, wieviele der bereits mit Strom versorgten Familien sich auch zum Kochen anschließen. Mit Rücksicht darauf, daß das elektrische Kochen heute noch keine Verbilligung bedeutet, die Anschaffung des Kochherdes aber auch ins Gewicht fällt, kann heute höchstens mit einem Kochanschluß von $^1/_5$ der Lichtabonnenten gerechnet werden. Beispielsweise würde eine für Wohnungslicht berechnete und ausgenützte Straßenleitung bei $^1/_5$ Kochanschluß und gleichem Spannungsabfall eine Verdoppelung

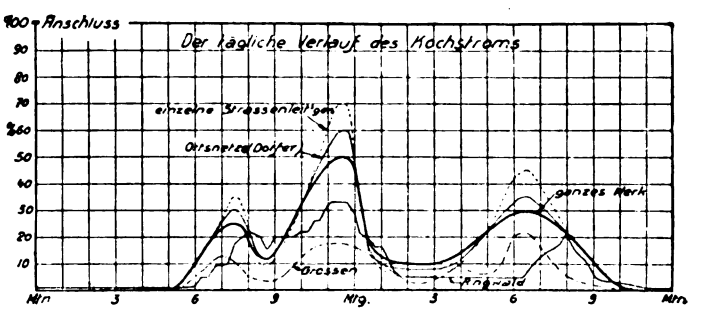


Abb. 1.

des Leitungsquerschnittes, bei $^1/_{10}$ Kochanschluß eine Verstärkung des Leitungsquerschnittes auf das 1·5 fache erfordern. Ein Kochanschluß aller Lichtabonnenten hätte eine Verneunfachung des Querschnittes zur Folge. Der Querschnitt eines als reine Lichtleitung gedachten Ortsnetzes müßte bei $^1/_5$ Kochanschluß ver1·7 facht, eines für gemischte Stromführung (Licht und Kraft) projektierten Ortsnetzes unter der gleichen Voraussetzung ver-1·5 facht werden, wobei natürlich auch die Gesamtleistung der aufgestellten Transformatoren analog vergrößert werden müßte. Diesen zum Teil beträchtlich werdenden Leitungsverstärkungen wurde gelegentlich von kleineren Werken nicht genügend Bedeutung beigemessen.

Zur Untersuchung des Einflusses namhafter Kochstromabgabe auf ganze Werke wurden die Tagesbelastungskurven von 4 großen Schweizer Werken, gültig für einen stark belasteten Wintertag, herangezogen und zu diesen die oben angegebene allgemeine Kochstromkurve addiert, letztere für $^1/_5$ und $^1/_3$ Kochstromanschluß entsprechend modifiziert. Aus den so erhaltenen neuen Belastungskurven der Werke erscheinen die markanten Werte in nachstehender Tabelle zusammengestellt. (Seite 54.)

Werk *A* ist ein Überlandwerk mit gemischter Stromabgabe mit viel Industriestrom unter starker Verwertung des sogenannten Tagesstromes zur Zeit der Tageshelligkeit, Werk *B* ist das einer großen Stadt, Werk *C* gleichfalls ein Stadtwerk mit kleinerer Maximalleistung und etwa gleicher Zahl Lichtanschlüsse wie *B*, Werk *D* ein Stadtwerk mit überwiegendem Lichtanschluß. Um sicher zu gehen ist der Kochenergiebedarf zu nur 1 kWh pro Person und Tag, bezw. pro 4·5 köpfige Familie zu nur 1600 kWh angenommen

*) Schweiz. Technikerzeitung Jahrg. 1914, Nr. 46/47.
**) Schweiz. Wasserwirtschaft 1914/15, Seite 27.

Digitized by Google

Veränderung der betriebstechnischen Hauptdaten von vier großen Schweizer Werken durch Kochstromabgabe.

Werk	Anzahl der Lichtabonnenten	Kochanschluß		Maximalleistung			Jährliche Energieabgabe ab Kraftwerk					Benutzungsdauer der Maximalleistung pro Jahr		
		„1/5"	„1/3"	Bisherige = 100 %	Bei Kochanschluß		Bisher	Für den Kochanschluß		Mit Kochanschluß		Bisher	Mit Kochanschluß	
		betrifft Familien za.		kW za.	„1/5" %	„1/3" %	Mill. kWh za.	„1/5" Mill. kWh za.	„1/3" Mill. kWh za.	„1/5" Mill. kWh za.	„1/3" Mill. kWh za.	h za.	„1/5" h za.	„1/3" h za.
A	25 000	5000	8300	18 000	120	143	55	10	17	65	72	3000	3000	2800
B	15 000	3000	5000	18 000	109	118	50	6	10	56	60	2800	2800	2800
C	15 000	3000	5000	10 000	121	133	38	6	10	44	48	3800	3600	3600
D	15 000	3000	5000	6 500	131	161	20	6	10	26	30	3000	3000	2900

worden. „Bisherige" abgegebene Energiemenge ist die Abgabe ab Werk. Unter Annahme eines Wirkungsgrades im Jahresmittel von 0·8 ergibt sich ab Werk ein Verbrauch von $\frac{1600}{0{\cdot}8} = 2000$ kWh, ein Wert, der eher zu niedrig ist.

Die Steigerung der Maximalleistung schwankt wie ersichtlich zwischen 9 und 31% bei 1/5 Kochanschluß und zwischen 18 und 61% bei dem kaum mehr in Betracht kommenden 1/3 Kochanschluß. Bei Werk *D* ist die Steigerung in beiden Fällen am größten. Bei Kochanschluß sämtlicher Lichtabonnenten würde die Maximalleistung bei Werk *A* auf das 2·5 fache steigen.

Die Steigerung der gesamten jährlichen Energieabgabe schwankt bei 1/5 Kochanschluß zwischen 12 und 30%. Die Benützungsdauer der Maximalleistung ist bei 1/5 Kochanschluß noch praktisch unverändert, erst bei 1/3 Kochanschluß ergeben sich geringfügige Verminderungen derselben bei den Werken *A*, *C* und *D*. Bei Kochanschluß aller Lichtabonnenten würde die Benützungsdauer der Maximalleistung bei Werk *A* von 3000 auf 2300 h im Jahr sinken. Da die Mittagsspitze des Kochstromes wesentlich höher ist als die Abendspitze, kann bei großem Kochanschluß die absolute Maximalleistung nicht mehr am Abend, sondern am Mittag auftreten, bei Werk *A* sogar bei schon 1/5 Kochstromanschluß.

Von einer wesentlichen Verschlechterung der betriebswirtschaftlichen Verhältnisse der angeführten Werke durch Kochstromabgabe kann also nach dem Gesagten nicht gesprochen werden.

Die Kosten der notwendigen Verstärkungen können nur von Fall zu Fall ermittelt werden. So ergab beispielsweise bei Durchrechnung für das Werk *A*, dessen Leitungen durchwegs Freileitungen sind, der Verkauf von Kochstrom zum durchgehenden Einheitspreis von 10 cts. pro kWh, eher noch eine höhere Rendite als bisher, trotzdem bei den Kosten für die Erweiterung mit den heutigen wesentlich höheren Ansätzen gerechnet werden mußte. Für Überlandwerke ist zweifellos nicht mit einer Verschlechterung der Rentabilität zu rechnen. Im Übrigen handelt es sich um die Vorbereitung einer neuen Sache für die Zukunft, deren Aussichten infolge der stetigen Wertsteigerung des Kochstromes nur immer günstiger werden.*)

Die gegenwärtig bestehenden Schwierigkeiten in der Beschaffung von Material für die notwendigen Erweiterungen bilden zweifellos ein bedeutendes Hindernis für die unbeschränkte Kochstromabgabe. Immerhin ist aber zu bedenken, daß nahezu alle Werke am Tage (zur Hellzeit) und im Sommer in der Lage sind, Kochstrom in größerer Menge abzugeben, wobei die Abgabe während der Hauptlichtzeit entweder ganz gesperrt oder durch Doppeltarif wesentlich herabgedrückt werden kann.

Zur Tarifgestaltung der Kochstromabgabe werden im allgemeinen folgende Vorschläge gemacht. Ein gleichbleibender Kilowattstundenpreis für den Kochstrom, der den Bedürfnissen des Abnehmers am besten entsprechen würde, ist dann möglich, wenn die auftretenden Erhöhungen der Maximalleistung durch die vorhandenen Einrichtungen ertragen werden können und die allgemeinen Stromabgabeverhältnisse des Werkes dies sonst mit Rücksicht auf dessen Rentabilität zulassen. Ein Tarif von 12 bis 13 cts. pro kWh erscheint bei den heutigen Verhältnissen, wie oben angegeben, durchaus berechtigt, der später je nach den Brennstoffpreisen angemessen reduziert werden kann. Bei Wasserwerken, bei denen im Sommer viel überschüssige Energie und mehr Maximalleistung als im Winter zur Verfügung steht, wäre es gerechtfertigt, den Kochstrom im Sommer 1 bis 2 cts. unter, im Winter 1 bis 2 cts. über obigem Mittelwert zu verkaufen. Dies wird namentlich dort nicht unangenehm empfunden werden, wo nicht ausschließlich elektrisch gekocht wird. Dort wo durch die Kochstromabgabe eine Überlastung von Leitungen und Transformatoren zu befürchten ist, ist die Abgabe von Kochstrom durch Doppeltarif gerechtfertigt, entweder temporär, solange eine Verstärkung der Anlage nicht möglich ist, oder bleibend bei überwiegendem Lichtanschluß. Der schlechte Ruf, in dem der Doppeltarif bei vielen Abnehmern zu stehen scheint, ist unbegründet, da es bei einiger Anpassung sehr wohl möglich ist, auch mit Doppeltarif günstig zu kochen, besonders im Sommer, wo sämtliche Mahlzeiten zur Niedertarifzeit gekocht werden können, namentlich wenn man die eventuell elektrisch geheizte Kochkiste zu Hilfe nimmt. So soll es auf diese Weise gelungen sein, den Strombezug vom teueren Tarif bis auf 10% der gesamten Jahresenergie herunterzudrücken. Freilich darf der Doppeltarif nicht allzu starr zur Anwendung kommen und die Hochtarifzeit aus Ängstlichkeit der Werke länger als notwendig angesetzt werden. Ein Hochtarif soll bei hydraulischen Werken während der 6 Sommermonate überhaupt entbehrlich sein, auch soll er nicht erst um Mitternacht, sondern spätestens um 10 h abends beginnen. Haushaltungen mit Licht- und Kochstrom soll der Hochtarif billiger angesetzt werden, als solchen, die nur Lichtstrom abnehmen oder es soll ersteren die Hochtarifzeit verkürzt werden. Ferner wird empfohlen, einen derartigen Haushaltungstarif mit einer dritten, noch billigeren Preisstufe zu versehen (Dreifachtarifzähler). Der Spätnachtstrom von 10 h abends bis 6 h früh wäre dabei so billig als möglich (2 bis 4 cts.) abzugeben, daß damit Warmwasserversorgungen wirtschaftlich betrieben werden können. Bei Werken, die zur gänzlichen Sperrung der Abgabe von Kochstrom während der Hauptlichtzeit gezwungen sind, sollte der in diesem Falle zur Anwendung gelangende Ein-

*) Die Tonne Kohle stellt sich für die Schweiz gemäß dem letzten Wirtschaftsabkommen mit Deutschland bereits auf Fr. 90 ab Saargrube!

Digitized by Google

heitspreis niedriger als der niedere Tarifpreis beim Doppeltarif angesetzt werden, da die hieraus resultierenden Einnahmen für das Werk reinen Gewinn bedeuten.

Die Zählereinrichtung soll möglichst einfach und billig sein und dem Abnehmer verständlich bleiben. Bei Einheitstarif für Kochstrom kann die Zählung von Koch- und Lichtstrom durch einen Zähler mit Spulenanzapfung erfolgen, wobei der billige Strom nur einen Teil der Zählerspule durchfließt. Anordnungen mit 2 Zählern sind zu vermeiden. Das Doppeltarifsystem hat den Vorzug, nur ein einziges Leitungssystem im Hause zu besitzen, wenn auch der Strom aller übrigen Stromverbraucher wie Bügeleisen, Staubsauger usw. gleichfalls nach Doppeltarif verkauft wird. Auch für kleinere Verhältnisse kann der Doppeltarifzähler Verwendung finden, wenn beispielsweise eine gemeinsame Umschaltuhr alle Zähler desselben Hauses bedient. Die Uhr wird entbehrlich, wenn die Umschaltung auf hohen Tarif selbsttätig erfolgt, sobald Lichtstrom benützt wird. Mit der Einschaltung von Lichtstrom kann die automatische Abschaltung des Kochstromkreises verbunden werden. Auch ein Zählersystem ist in Vorschlag gebracht worden, bei dem zur „Billigzeit" die Einschaltung der Zählerspule nur in kurzen Intervallen erfolgt. Denkbar wäre auch bei Weglassung des Niedertarifes allen Strom zu einem mittleren höheren Preis zu rechnen und dafür die Zähler während einer gewissen Zeit, die aber nur teilweise in die Kochzeit fällt, ganz stillzustellen, den Strom also um diese Zeit umsonst abzugeben. Weniger empfehlenswert scheint ein Vorschlag, der eine Beschränkung der Maximalleistung für das Kochen durch Strombegrenzer vorsieht, die mittels Schaltuhr zur Hauptlichtzeit oder bei Gebrauch von Lichtstrom eingeschaltet werden.

Prof. Dr. Wyssling schloß seine Ausführungen mit dem Apell an die schweizerischen Elektrizitätswerke, das elektrische Kochen, das „Kochen mit Wasserkraft", als Erfüllung einer nationalökonomischen Aufgabe mit allen Mitteln zu fördern. Diese Worte können aber auch für uns eine ernste Mahnung sein, die wir viele Hunderttausende von Pferdestärken in unseren Wasserkräften noch brach liegen haben und damit Millionen und Millionen an Volksvermögen ungenützt lassen. Wenn einmal nach dem Plan der Regierung*) an den Ausbau der alpenländischen Wasserkräfte geschritten werden wird, dann wäre endlich auch in unserem Vaterlande eine klaffende Lücke ausgefüllt und ein gewaltiger Vorsprung eingeholt, den alle unsere Nachbarstaaten, vorab aber die kleine Schweiz, bis heute vor uns voraus haben. *K. Sachs.*

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Amerikanische Zahnradturbinen. C. Trettin. In den letzten Jahren hat in den Vereinigten Staaten die langsam laufende, mit der Turbine durch Zahnradgetriebe verbundene Dynamo stark an Verbreitung zugenommen. Anstoß hiezu gab das Problem des Schiffsschraubenantriebes. Das erste für derartige Zwecke gebaute Versuchsgetriebe mit 4400 kW übertragener Leistung und 1500/300 U. p. min lief bereits 1909 in den Werkstätten der Westinghouse Machine Co. und erwies die technische Brauchbarkeit des Konstruktionsgedankens. Die weiteren Fortschritte verdankt das Zahnradgetriebe den Bedürfnissen der Elektrotechnik. In erster Linie ist hier das Problem der direkt gekuppelten Gleichstromdynamo für die Entwicklung des Zahnradgetriebes maßgebend gewesen und auch auf diesem Gebiete waren die Westinghouse-Werke bahnbrechend. Bis Ende 1916 dürfte die Zahl der durch Zahnradturbinen übertragenen Leistung in den Vereinigten Staaten wohl schon 500 000 PS erreicht haben.

Eine der ersten Zahnradturbinen in Europa gelangte bei Erweiterung des Drehstromkraftwerkes in Manchester zur Aufstellung und wurde von den British Westinghouse Works zu Manchester gebaut, während das Getriebe hiezu von der Westinghouse Machine Co. in Pittsburg nach den Plänen Mc. Alpine hergestellt und geliefert wurde. Die Turbine läuft mit 3750 U. p. min, ist nach dem System Rateau gebaut und enthält ein Rad mit zwei Geschwindigkeitsstufen und sieben Räder mit einfacher Druckstufung. Das Übersetzungsverhältnis des Getriebes beträgt 1 : 5. Die Ritzel haben einen Teilkreisdurchmesser von 171·8 mm, die großen Zahnräder einen solchen von 859 mm. Die Teilung am Umfang beträgt 22·9 mm, und der Schraubenwinkel 30°. Die Haupträder haben Stahlfelgen auf gußeisernen Naben, während die hohlen Ritzel durchweg aus Stahl bestehen. Sie werden, wie Abb. 1 zeigt, durch eine lange, am äußersten Ende mit dem Ritzel verbundene Welle, die biegsam genug ist, sich allen Bewegungen des Schweberahmens anzupassen, angetrieben. Dieser, das Ritzel mit seinen drei Lagern starr umschließende Rahmen ist nun beweglich („schwebend") auf drei Ölkolben gelagert, und zwar derart, daß kleine Bewegungen in der Tangentialebene der Teilkreiszylinder, zum Beispiel tangentiale und achsiale möglich sind, nicht aber radiale. Solche werden durch Stellstifte verhindert. Außerdem ist die Mitte des Lagergehäuses zwischen den beiden Ritzeln durch ein Gabelgelenk gehalten, das Aufwärtsbewegungen des Gehäuses, zum Beispiel bei Energierückgabe des Generators, verhindert. Die drei Lager des Ritzels und die Ritzel selbst werden aus einer gemeinsamen Kammer mit Öl gespeist, das durch den beweglichen, das Spiel des Schwimmrahmens nicht hindernden Ventilkopf zugeführt wird. Die Zähne laufen in einem „Ölregen" der kühl genug gehalten wird, um einen guten Wärmeaustausch durch Umlauf zu ermöglichen. Das Wesen der ganzen Anordnung besteht demnach in einer hydraulischen Ausgleichung der Lager- und Zahndrücke. Entsprechend der Verdrehung der dünnwandigen Hohlwelle stellt sich der Schweberahmen selbsttätig so ein, daß die Zähne beider Ritzel annähernd gleich beansprucht werden, unbehindert durch den Biegungswiderstand der Welle, die zur Erreichung höchster Elastizität ebenfalls äußerst dünn gehalten ist. Der Schweberahmen gleicht die unvermeidlichen, aus Herstellungs- und Einbauungenauigkeiten entstehenden Unterschiede selbsttätig aus und stellt das Ritzel stets in die „natürliche" Lage des kleinsten Zwanges ein. Infolgedessen können die Zahndrücke von vornherein hoch gewählt werden, so daß nicht diese, sondern die Lagerdrücke die Abmessungen bestimmen. Letztere werden daher sehr gering und gestatten außerdem hohe Übersetzungsverhältnisse.

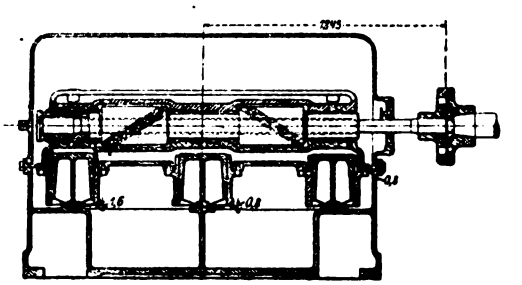


Abb. 1.

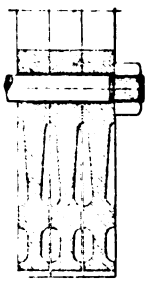


Abb. 2.

Das Zahngetriebe, welches die General Electric Co. baut, ist eine Erfindung K. Alquists, welche durch Unterstützung Emmets in die Praxis umgesetzt wurde*). Das Wesen der Alquistschen Erfindung besteht darin, das große Zahnrad in elastische Scheiben aufzulösen, die achsial so biegsam sind, daß sie unter dem Druck, das heißt der achsialen Seitenkraft der schrägen Zähne, durch seitliches Ausweichen nachgeben können. Bei der Herstellung werden die einzelnen Scheiben an der Nabe und dem dünnen Rand fest miteinander verbunden und bilden während des Fräsens der Zähne einen starren Körper. Nachher wird, wie dies Abb. 2 zeigt, mittels eines schmalen Stahles der Spielraum zwischen den Felgenkränzen herausgestochen. Die Scheiben können nunmehr unabhängig voneinander federn und dadurch jede durch Verdrehung des Ritzels unvollkommene Bearbeitung u. dgl. verursachte Ungleichmäßigkeit des Druckes ausgleichen. Infolgedessen wird jede Überanstrengung des Materiales von vornherein vermieden und die infolge Ermüdung eintretende Bruchgefahr wesentlich verringert. Die federnden Scheibenräder ge-

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 486.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Ans., Seite 71.

Digitized by Google

statten eine kleine Teilung, geben daher einen guten Eingriff. Da ferner eine zuverlässige Ausgleichung aller Druckverschiedenheiten über die ganze Länge der Zahnflanken gewährleistet ist, können die Durchmesser der Räder klein gehalten werden und dürfen achsial lang gebaut werden. Nach Versuchen, die in Schenectady durchgeführt wurden, werden dadurch die Verluste geringer als bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten. Außer den einfachen aus zwei Rädern bestehenden Getrieben baut die General Electric Co. auch Doppelübersetzungen mit elastischen Rädern. Als besonderer Vorzug dieser doppelten Federung zwischen den Getriebeelementen wird hervorgehoben, daß die Baulänge wegen des vollkommenen Druckausgleichs verkürzt werden kann. (E. T. Z. 38, H. 36, 1917.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Sicherungseinrichtung für elektrische Hebezeugantriebe. Chr. Ritz beschreibt die von den Siemens-Schuckert-Werken an Stelle von Schmelzsicherungen angegebene Sicherungseinrichtung für stoßweise Betriebe, zum Beispiel Krane, welche in einem Überlastungsrelais besteht. Dieses muß bei der immer wiederkehrenden Leitungsbelastung anzusprechen beginnen, dabei muß aber die Auslösung so verzögert werden, daß sie mehr Zeit erfordert, als die normale Überlastung beim Anfahren dauert; nur bei länger dauernder, eine unzulässige Leitungserwärmung herbeiführender Überlastung oder bei Kurzschluß soll die Auslösung wirken. Das Relais muß also eine Verzögerungs- und eine Schnellauslösung vereinigt enthalten, erstere tritt bei jedem Kranspiel, letztere bei übermäßig großen Stromstößen in Kraft. Verwendet wird ein Relais mit Drehanker, dessen Zugkraft durch eine regulierbare Feder im Gleichgewicht gehalten wird, ein am Anker angebrachter Anschlag trifft beim Ansprechen des Relais auf ein Hemmwerk (wie bei einer Uhr ausgebildet), das ihn erst freigibt, wenn eine Sperrklinke durch einen von außen einstellbaren Anschlag ausgelöst wird; die Einstellung erfolgt nach einer in Laufzeiten des Hemmwerkes geeichten Skala. Der freigegebene Anker öffnet mechanisch durch Auftreffen auf einen Schalter den stromschließenden Kontakt. Der letztgenannte Anschlag am Hemmwerk ist federnd, bei einem starken Stromstoß gleitet der ausschwingende Anker an dem Hemmwerk vorüber, ohne es zu betätigen und öffnet momentan die Kontakte. Die Feder am Anker bringt ihn nach Aufhören der Überlastung wieder in die Ruhelage. Ein solches Relais wird für jeden Motor vorgesehen und alle Relais für einen Kran in einen Schutzkasten eingebaut; sie arbeiten gemeinsam auf einen Stromkontakt. Bei Drehstromanlagen erhält jeder Motor auch nur ein Relais, in die gemeinsamen Rückleitungen der beiden anderen Phasen werden die Auslösespulen des Höchststromauslösers gelegt. Wird der Motor durch den Steuerapparat oder die Endausschalter zweiphasig ausgeschaltet, so muß die Relaissicherung in der nicht abgeschalteten Phase liegen. Der Steuerapparat wird mit dem Höchststromausschalter elektrisch so verkuppelt, daß der Kranführer gezwungen ist, alle Steuerwalzen des Kranes auf Null zu stellen, bevor der Schalter wieder eingelegt wird. Beispiele von zwei Kranschaltungen zeigen die Anwendung der Relaissicherung. (E. T. Z., Jahrg. 38, H. 46, 1917.)

Leitungen

Eine neue Form eines Hängeisolators gibt L. Nissley an. Der von H. M. Byllesby & Co., Chicago, hergestellte Isolator besteht aus einem Micartarohr, auf das gläserne Formstücke von Asbestscheiben getrennt aufgereicht sind (Abb. 3), die Enden gehen in Gußstücke über, die oben eine Öse zur Aufhängung des Isolators, unten die Klemme für den Draht tragen; nach dem Zusammensetzen wird der Isolator erwärmt und mit Compound ausgegossen. Einige Daten für Isolatoren für 60 und 110 kV sind im nachfolgenden zusammengestellt.

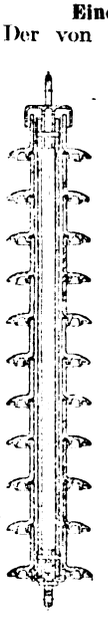


Abb. 3.

Betriebsspannung kV . . .	60	110
Zahl der Elemente	5	11
Gewicht in kg	4·83	9·2
Länge mm	546	1016
Durchmesser mm	178	178
Kriechweg mm	1016	2235
Überschlagsentfernung mm .	585	1090

Die üblichen Porzellanisolatoren für diese Spannungen wiegen 18 bezw. 23·4 kg und messen 604 bezw. 1170 mm in der Länge. Die Überschlagsspannung bei der elfteiligen neuen Isolatortype, die für die 110 000 V-Leitung zwischen Wisconsin und Minneapolis verwendet wurde, war 310 kV im trockenen, 240 kV im nassen Zustand. Der Isolator hat 200 kV Wechselstrom von 10^6 Per/s durch ½ min ausgehalten; der Durchschlag erfolgte innerhalb 5 min bei 550 kV. Die fünfteilige Type ist bei der Montana Power Co. in Verwendung.

(E. T. Z. 38, H. 43, 1917, nach El. World.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die elektrischen Betriebe im Bleiberger Bergbaurevier. Dipl. Ing. K. Hegewald. Die Blei- und Zinkerzlagerstätten des altberühmten Bleiberger Bergbaues zwischen Erzberg im Norden und Dobratsch im Süden werden in einer Länge von 14 km und einer Breite von 0·5 km abgebaut; der Betrieb konzentriert sich auf den Rudolfschacht in Bleiberg und den Antonischacht in Kreuth. Schon frühzeitig waren dort maschinelle Hilfsmittel dem Betrieb bereitgestellt, aber erst die elektrische Kraftübertragung ermöglichte die Reichhaltigkeit der Umgegend an Wasserkräften für den Bergbaubetrieb auszunutzen. Der Verfasser beschreibt die Entwicklung des im Jahre 1890 erstmalig eingeführten elektrischen Betriebes bis auf seine heutige Gestaltung, die (1915) an 106 Elektromotoren mit zusammen 1437 PS umfaßt. Die Stromerzeugung ist auf drei Wasserkraft- und eine Dampfkraftzentrale konzentriert, die alle parallel arbeiten und von denen die letztere in wasserarmen Zeiten den Kraftausfall zu decken hat. Die älteste Zentrale im Roten Graben zwischen Bleiberg und Nötzsch nutzt das 85 m hohe Gefälle des Nötzschbaches (700 bis 800 l/s) aus; sie umfaßt eine Girard-Turbine mit Drehstromgenerator für 200 kW und eine Pelton-Turbine mit Drehstromgenerator von 400 kW, beide liefern Drehstrom von 3000 V, 42·5 Per/s. Die zweite Zentrale bei Töplitsch nutzt das Wasser des Franz-Josef-Stollens, 170 m Gefälle, in zwei Pelton-Turbinen mit Drehstromgeneratoren für je 6000 V, 225 kW, aus. Am Fuße des Rudolfschachtes verwertet eine unterirdische Zentrale mit einer Pelton-Turbine und einem 240 kW-Drehstromgenerator 340 m Gefälle der Nötzschquelle; das Wasser fließt durch den vorgenannten Stollen der Töplitscher Zentrale zu. Die unterirdische Zentrale arbeitet nur in der Tagschicht; diese und die Töplitscher Zentrale arbeiten mit Wasseraufspeicherung. Endlich ist bei der Station Nötzsch eine Dampfzentrale errichtet, bestehend aus einem 300 PS-Wolfschen-Heißdampflokomobil mit Drehstromgenerator für 220 kW, 3000 V, gekuppelt. Die Zentralen sind untereinander durch einen Transformator für 225 kW, 6000/240 V bezw. einen 300 kW-Transformator 6000/3000 V verbunden. Eine kleine Zentrale nächst Mittewald, die in zwei 17 kW-Spiralturbinen mit Drehstromgeneratoren die Wasserkraft des Weißenbaches ausnutzt, versorgt die Werkstätten und die Bahnleitung mit 220 V. Eine große Anzahl von Transformatoren auf das ganze Gebiet verteilt, setzt die Spannung des Netzes auf 220 V für Motorbetriebe und auf 110 V für die Beleuchtung herab.

Der Verfasser macht ausführliche Angaben über die verschiedenen elektrischen Betriebe. Für die Gesteinsarbeit stehen neben drei Luftkompressionsanlagen für zusammen 130 PS noch 36 elektrische Bohrmaschinen (Kurbelstoßbohrmaschinen der Siemens-Schuckert-Werke) durch 33 Drehstrom-, 3 Gleichstrommotoren zu 1 PS angetrieben, in Verwendung. Es kommen vor Ort immer zwei Bohrmaschinen zur Anwendung. Die Dauer der Bohrarbeit pro Angriff ist 4¼ h, die Leistung auf die Häuerschaft bezogen 0·363 m, die Gesamtkosten pro 1 m K 60·45. Bohrhämmer Flottmannscher Bauart mit Luftantrieb für 6 PS und 4 PS werden beim Vorortsbetrieb und beim Abbau verwendet; sie sind zufolge ihrer größeren Beweglichkeit und der höheren Wirtschaftlichkeit den Bohrmaschinen überlegen, haben aber gegenüber den letzteren den Nachteil des größeren Kraftbedarfes. Für den Streckenantrieb sollen in Zukunft Bohrmaschinen für den Abbau Bohrhämmer verwendet werden. Für die Bewetterung der Arbeitsorte dienen 12 Elektromotoren mit zusammen 60 PS. Zur Streckenförderung sind drei Gleichstromlokomotiven von zusammen 20 PS, acht Drehstromlokomotiven von 8 bis 10 PS vorhanden, die bei 3 m/s sechs bis zehn Förderwagen von je 800 kg in einem Zug fördern; das Streckennetz beträgt 27 km, die Förderung (1913) 0·247 Mill. t. Zur Schachtförderung dienen zwei 150 PS-Ilgner-Sätze (Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft) zur Förderung von immer je zwei gefüllten Wagen mit 5·5 m/s auf 272 bezw. 561 m Höhe, jährliche Fördermenge (1913) 0·144 Mill. t. Eine Förderanlage ist durch ein Kabel direkt an die 3000 V-Sammelschienen angelegt, die zweite über einen 300 kW-Transformator 6000/3000 V. Zur Aufbereitung in den beiden Schächten werden 13 Elektromotoren mit zusammen 337 PS verwendet; jährlich verarbeitetes Hauwerk 68 186 t. Zur Wasserhaltung dienen zwei elektrisch angetriebene Zwillingsplungerpumpen von je 68 PS für 286 m Hubhöhe. Eine Elektrohängebahn von 112 m Länge fördert in 1 h durchschnittlich zwölf Wagen, von je 1 t mit 1 PS-Motoren ausgerüstet, hältiges Hauwerk vom Schacht in die Aufbereitung. Ein zweitürmiger Aufzug, 16 PS-Motor, mit automatischer Druckknopfsteuerung dient zur Abförderung des Tauben. Eine Haldendrahtseilbahn wird durch einen 72 PS-Motor, eine Seilbahn für Baumaterialförderung durch einen 35 PS-Motor betrieben. Endlich sind noch eine Anzahl von Hilfsbetrieben (Sägen, Schmieden) zu erwähnen, in denen der Elektromotor vollwertige Verwendung findet.

In zwei Tabellen stellt der Verfasser dar, wie durch die Einführung der elektrischen Betriebe die Fördermenge bei abnehmender Belegschaft zugenommen hat. Im Jahre 1916 wurden 8710 t Bleierze

Digitized by Google

und neben diesen 1866 t Zinkerze und 80·6 t Gelbbleierze aus 96 825 t hältigem Hauwerk gewonnen.

(Berg- u. hüttenmänn. Jahrb. 1917, Heft 1.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Eine Methode für kombinierte Messung von Peltierwärme und Wärmeleitfähigkeit. G. Borelius, Lund. Der Apparat, mit dem die von Borelius beschriebene Methode ausgeführt wird, besteht im Wesen aus zwei gleichen Stücken eines gut leitenden Metalles, zwischen denen das zu untersuchende Material in Form eines kleinen Stäbchens befestigt ist. Zu jedem dieser Metallstücke führen zwei Zuleitungen. Die zwischen den Metallstücken auftretenden Temperaturdifferenzen werden durch ein Thermoelement gemessen. Die ganze Anordnung befindet sich in einem Metallgefäß und wird als ganzes auf konstanter Temperatur gehalten. Durch entsprechende Kombination der Zuleitungen können verschiedenartige Messungen ausgeführt werden, deren Theorie Borelius vorführt. Der Hauptvorteil der Anordnung und der Methode liegt darin, daß die zu untersuchenden Materialien nicht, wie sonst, die Form von Drähten oder größeren Stücken haben müssen, sondern als kleine Stäbchen verwendet werden können. Es können mit dem Apparate nach der Borelius'schen Methode die gegenseitigen Peltiereffekte bei gleicher Temperatur verglichen werden. Ferner können die Wärmeleitfähigkeiten bezw. nach entsprechender Dimensionsbestimmung der Versuchsobjekte deren spezifische Wärmeleitfähigkeiten verglichen werden. Wenn man zur Kalibrierung des Apparates den gegenseitigen Peltiereffekt zweier Metalldrähte und die Wärmeleitung eines Drahtes ermittelt oder an Stelle einer dieser Größen die Empfindlichkeit der Temperaturmeßvorrichtung bestimmt, erhält man die Peltierwärme und die Wärmeleitfähigkeit in absolutem Maß. Auch zur Messung des Leitverhältnisses ist die Anordnung besonders geeignet. (Ann. d. Phys. 52, 398, 1917.)

Normalien.

Britische Elektrische Normalien, Ch. C. Garrard. Der Verfasser, der einer englischen Apparatenfirma nahesteht, lenkt die Aufmerksamkeit auf die amerikanischen Normalien und empfiehlt die Revision, Zusammenfassung und Ergänzung der englischen Normalien nach dem amerikanischen Vorbild. In Großbritannien ist das Engineering Standards Committee der Mittelpunkt für Normalisierungsbestrebungen. Das ist ein Ausschuß, in dem Vertreter der großen technischen Vereinigungen und der Regierungsbehörden, auch des Physikalischen Staatslaboratoriums sitzen, der zwar eine geldliche Unterstützung von der Regierung erhält, aber keine Behörde darstellt. In Amerika besteht ein Regierungsamt, das American Bureau of Standards, das die von den technischen Vereinigungen herausgegebenen Normalien durch besondere Veröffentlichungen ergänzt. Diesem Amt unterstehen direkt die Regierungslaboratorien in Washington, die sich etwa mit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt vergleichen lassen. Bei diesem Vergleich der Zusammenarbeit der technischen Vereinigungen, Staatslaboratorien und Behörden in den verschiedenen Ländern ist — worauf der Verfasser unterläßt, hinzuweisen — die besondere Art der Tätigkeit der amerikanischen Reichsbehörden zu berücksichtigen, die eine Gutachtertätigkeit entwickeln, Denkschriften herausgeben (die jedermann auf Verlangen zugesandt werden) u. dgl. Die gesetzgeberischen, regelnden und kontrollierenden Funktionen, die die Haupttätigkeit unserer Behörden bilden, werden in Amerika den Behörden der Einzelstaaten überlassen. Vor einiger Zeit hat das Bureau of Standards in Nr. 54 seiner Veröffentlichungen einen „National Electric Safety Code" herausgegeben, ein Band von 323 Seiten, der alle Sicherheitsvorkehrungen, ausgenommen gegen Feuer, die bei elektrotechnischen Arbeiten zu treffen sind, umfaßt. Es handelt sich also um eine Veröffentlichung, die sich mit unseren Sicherheitsvorschriften vergleichen läßt, aber viel eingehender ist. Alle auf die Feuersicherheit bezüglichen Vorschriften sind im „National Electric Code" zusammengestellt, einer umfangreichen Veröffentlichung, die von der Vereinigung der Feuer-Versicherungsgesellschaften herausgegeben und fortlaufend revidiert wird. Diese Vereinigung hat eine eigene Prüfungsanstalt in Chicago. Der Verfasser schlägt nun vor, einen „British Electric Safety Code" herauszugeben, der die bestehenden Vorschriften des Handelsministeriums über Leitungen, des Ministeriums des Innern über elektrische Installationen in Fabriken, die Bergwerksvorschriften, die gemeindebehördlichen Vorschriften über Hausinstallationen, Theater- und Kinovorschriften, Bedingungen der Versicherungsgesellschaften usw. enthalten bezw. vereinigen soll. Diese Sicherheitsvorschriften sollen die Normalien des British Engineering Standards Committee ergänzen, derart, daß „die Garantie, daß ein Gegenstand nach den Normalien erzeugt und nach den Sicherheitsvorschriften angeschlossen, eine Punze für die Qualität bildet, die von allen Faktoren anerkannt würde". Der Verfasser meint, daß eine derartige umfangreiche Aufgabe nicht von Ausschüssen geleistet werden kann, sondern daß eine besondere Organisation, die über eine genügende Zahl erfahrener, ausreichend bezahlter Ingenieure verfügt, geschaffen werden müßte. Die Initiative zur Bildung einer solchen Organisation sollte vom Verband Englischer Elektrotechniker ausgehen. Über Anteil und Einfluß der Regierung spricht sich der Verfasser nicht klar aus*). Die Sicherheitsvorschriften, die er sich denkt, beschränken sich nicht darauf, anzugeben, was vermieden werden soll, oder auf die Festsetzung von Rechnungsgrundlagen, sondern durch Vorschriften und Musterbilder soll erreicht werden, daß Einheitsformen sich ausbilden, für deren Fortentwicklung ein passender Rahmen geschaffen wird. (The Times, 6. 10. 1917.)

Literatur-Bericht.

Ein neues Benutzungsstunden-Zählverfahren. Von Dr. Ing. Karl Laudien, Oberlehrer der kgl. höheren Maschinenbauschule, Breslau. Eine neue Methode zur angenäherten Bestimmung der von einem Abnehmer in Anspruch genommenen Werkskilowatt und der darauf aufgebauten Tarife. Mit 15 Textfiguren. Berlin 1917, Verlag von Julius Springer (Preis ungeb. Mk. 2·40).

Stromtarife, die auf einer getrennten Berechnung der festen und veränderlichen Stromerzeugungskosten aufgebaut sind, bedürfen zur Feststellung des auf jeden einzelnen Abnehmer entfallenden Anteils der festen Erzeugungskosten der Ermittlung des von dem Abnehmer in Anspruch genommenen Teiles der Werksleistung — oder, wie der Verfasser vorliegenden Büchleins sagt, der „Werkskilowatt". Dr.-Ing. Laudien erwähnt 2 Methoden, nach denen diese Ermittlung hauptsächlich erfolgt: die der Oberschlesischen Elektrizitäts-Werke und die des städtischen Elektrizitätswerkes Halle a. S. Die Oberschlesischen Elektrizitäts-Werke messen die Höchstbelastung direkt mittels Höchstverbrauchsanzeigers und das Hallesche Elektrizitätswerk stellt die Benutzungsdauer jeder Anlage durch Zeitzähler fest und dividiert zur Ermittlung der Durchschnittsbelastung die von dem Zeitzähler angezeigte jährliche Benutzungsdauer in den jährlichen Stromverbrauch der Anlage. Dr. Laudien weist nach, daß beide Methoden unzutreffende Resultate liefern und bringt einen neuen Benutzungsstundenzähler in Vorschlag, dessen Geschwindigkeit mit steigender Leistung fällt und mit fallender Leistung steigt. Auf ihn baut er einen Gebühren- und einen Benutzungsstundentarif auf.

Man kann dem Laudienschen Verfahren, das zwischen den beiden obigen Methoden liegt, nachsagen, daß es dem Bedürfnis nach einer einwandfreien Feststellung der in Anspruch genommenen Werksleistung näherkommt, als die Verfahren der beiden erwähnten Elektrizitätswerke. Aber so verlockend die Laudiensche Methode aussehen mag: ideal ist auch sie nicht, denn sie berücksichtigt beispielsweise nicht, daß die Inanspruchnahme einer gewissen Leistung während der Spitzenbelastung einem Elektrizitätswerke höhere Kosten verursacht, als außerhalb der Hauptbelastungsstunden. Wie alle Tarife, so bedeuten auch die im vorliegenden Büchlein entwickelten letzten Endes ein Kompromiß zwischen den tatsächlichen Erfordernissen und der praktischen Durchführbarkeit. Die Stärke des Laudienschen Verfahrens liegt mehr auf theoretischem Gebiet, denn abgesehen davon, daß die vorgeschlagenen Tarife, ihrer auch von ihrem Schöpfer zugegebenen schweren Verständlichkeit wegen, nur schwer in der Praxis Eingang finden werden, befürchte ich, daß sie bei ihrer praktischen Anwendung vielen Kinderkrankheiten ausgesetzt sein werden. Besonders schwierig wird es sein, bei Zählerdefekten, die schon bei Zählern einfacherer Bauart häufig genug eintreten, die mutmaßlich richtigen Zählerangaben nachträglich zu ermitteln.

Die Arbeit an sich ist originell und beachtenswert und kann jedem mit Tarifragen sich befassenden Ingenieur zur eingehenden Lektüre empfohlen werden. *A. v. Alkier.*

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Größenkonstante — Leistungskonstante — Maschinenkonstante? Von J. S. Wels. E. u. M. 1917, Heft 52, Seite 627.

In Heft 52 untersucht J. S. Wels, welche von den drei Bezeichnungen die richtige ist. Ich möchte dazu bemerken, daß ich in meiner Arbeit „Beitrag zur Bestimmung der Hauptabmessungen elektrischer Maschinen unter besonderer Berücksichtigung des Drehstrommotors" („El. Kraftbetr. u. Bahnen" 1911, Heft 9), auf welche Závada in seinem Aufsatz in E. u. M. 1916, S. 128, Bezug nimmt, den Ausdruck „Leistungskonstante" deshalb gewählt

*) Die Ausführungen Garrards sind angesichts der Organisation des Elektrizitätswesens im österreichischen Ministerium für öffentliche Arbeiten und dem Interesse, das man derzeit allen Konzentrations- und Vereinheitlichungsbestrebungen entgegenbringt, die wirtschaftliche Vorteile für die Allgemeinheit versprechen, von Bedeutung. Der Berichter.

Digitized by Google

habe, um eine sprachliche Unterscheidung von der von mir empfohlenen „Polteilungskonstanten" zu erhalten. Beide Konstanten habe ich dort unter dem gemeinsamen Namen „Abmessungskonstanten" zusammengefaßt. Letzterer Ausdruck, welcher sich dem Sinne nach mit dem Sumecschen „Dimensionskoeffizienten" deckt, kennzeichnet die Bedeutung dieser Größen wohl wesentlich besser und schärfer als das eigentlich inhaltslose Wort „Maschinenkonstante".

Wien, 30. Dezember 1917. *Dr. R. Moser.*

Erwiderung.

Ich bedauere, daß ich die Originalarbeit Herrn Dr. Mosers nicht bei der Hand gehabt habe, sonst hätte ich ihn gewiß als Autor des Ausdruckes „Leistungskonstante" angeführt.

Aus dem weiteren entnehme ich aber zu meinem Bedauern, daß mein Aufsatz sein Ziel nicht erreicht hat. Ich habe darin zeigen wollen, daß Größenkonstante, Dimensionskoeffizient, oder auch Abmessungskonstante, das Reziproke der Leistungskonstante sind:

$$\text{Leistungskonstante } C = \frac{kW}{D^2 L n};$$

$$\left.\begin{matrix}\text{Größenkonstante}\\ \text{Dimensionskoeffizient}\\ \text{Abmessungskonstante}\end{matrix}\right\} = \frac{D^2 L n}{k W} = \frac{1}{C}.$$

Deshalb kann man nicht Abmessungskonstante als einen die Leistungskonstante mit — einschließenden Ausdruck gebrauchen, wie es Herr Dr. Moser tut. Ich habe absichtlich das Arnold'sche Wort „Maschinenkonstante" gewählt, weil es eben infolge seiner Unbestimmtheit oder „Inhaltslosigkeit" sowohl C als $1/C$ bezeichnen kann.

Brünn, 18. Jänner 1918. *J. G-. Wels.*

Vereins-Nachrichten.

Über die notwendigen Maßnahmen zur Entwicklung der Wasserkräfte.

(Auszug aus dem Vortrage von **Ing. J. Tobell**, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 5. Dezember 1917.)

Das neue Regierungsprogramm hat eine großzügige Aktion in der Richtung Wasserwirtschaft und Elektrizitätsversorgung in nahe Verwirklichung gerückt*). Die Wasserkräfte wurden in früheren Zeiten in Österreich bis zur Entwicklung der Dampfmaschine, insbesondere in Bergwerks- und Eisenindustrien, in bedeutendem Maße ausgenutzt. Überall in den Alpenländern, aber auch vielfach in den anderen Ländern der Monarchie wurden mangels jeder anderen stärkeren Quelle mechanischer Arbeit die verschiedensten Betriebe mit Wasserkraft betrieben. Seither ist durch die Entwicklung der Dampfanlagen ein Wandel eingetreten. Der mechanische Betrieb wanderte von den an die Wasserkraft gebundenen Stellen aus und siedelte sich näher zu den Kohlengruben an. Die Wasserkräfte gerieten in Vergessenheit. Seither ist die Verwendung der schwarzen Kohle ins Ungeheure gestiegen. Sie beträgt zirka 1400 Millionen t jährlich auf der ganzen Erde, wovon gegen die Hälfte auf Europa und an 4% auf Österreich-Ungarn entfallen. Das tatsächlich konstatierte Kohlenvorkommen ist ungefähr 500 mal so groß; das mutmaßliche dürfte 5000 mal so groß sein. Die Kohlenlager sind jedoch nicht unerschöpflich**). Demgegenüber sind die Wasserkräfte oder „die weiße Kohle" unerschöpflich.

Als im Jahre 1891 auf der elektrischen Ausstellung in Frankfurt a. M. die praktische Möglichkeit einer wirtschaftlichen Fernleitung der Wasserkraft durch den elektrischen Strom auf große Entfernungen erwiesen wurde, setzte in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts eine schnelle Entwicklung der Wasserkraftausnutzung ein, vor allem in jenen Ländern, welche Mangel an Kohle hatten, so in den nordischen Staaten, in der Schweiz, in Italien und in Spanien, jedoch auch in den anderen Ländern traten die Wasserkräfte in scharfen Wettbewerb mit der Kohle. Der Krieg hat diese Entwicklung nur beschleunigt. Fortschreitende Verteuerung und schließlich der Kohlenmangel wurden ein Zwang für den vollwertigen Ersatz durch weiße Kohle und es ist dieser Entwicklung speziell in Frankreich und Italien zuzuschreiben, daß die Industrien in diesen Ländern durch die Kriegsereignisse nicht geschädigt, sondern in hervorragender Weise unterstützt wurden. In diesen beiden Ländern allein sind gegenwärtig über 2·5 Millionen PS in Energie*) umgesetzt, während Österreich-Ungarn nur wenig über 300 000 PS ausgenutzte Wasserkräfte in Elektrizitätswerken besitzt.

Die Wasserkraft-Elektrizitätswerke auf der ganzen Erde weisen gegenwärtig zirka 30 Millionen PS aus, mithin hat Österreich-Ungarn nur zirka 1% davon, während es beim Kohlenverbrauch der Erde mit 4% beteiligt ist. Es ist hieraus die besondere Rückständigkeit unseres Vaterlandes in dieser Hinsicht zu ersehen. Seit Jahrzehnten wurde die Entwicklung der Wasserkräfte derart vernachlässigt, daß selbst die größten Industrien Dampfanlagen besitzen, obwohl in unmittelbarer Nähe derselben reichlich Wasserkräfte auszubeuten wären.

Die reinen Betriebskosten bei Kohlenkraftwerken liegen vornehmlich in den Kosten der Kohle; sie waren auch vor dem Kriege im allgemeinen höher als bei den bestehenden Wasserkraftwerken. Man kann im großen Durchschnitt annehmen, daß 1 PS im Jahre zirka 1 Waggon Kohle mittlerer Qualität benötigt. Bei der wechselnden Qualität der Kohle sind die einzelnen Zahlen bei jedem Werke andere. So benötigt zum Beispiel das Wiener städtische Elektrizitätswerk für die Jahres-PS durchschnittlich 1 Waggon Kohle, das neue Kohlenkraftwerk der Gemeinde Wien in Zillingsdorf-Ebenfurt nahezu 3 Waggon Kohle, weil die dort verwendete Kohle des Zillingsdorfer Bergbaues von geringerem Heizwert ist.

Die ungeheuere Steigerung der Kohlenpreise bringt es mit sich, daß die Betriebskosten in Kohlenkraftwerken außerordentlich gestiegen sind, wogegen die Betriebskosten in Wasserkraftwerken nur unwesentlich in die Höhe gingen. Der Betrieb in Wasserkraftwerken ist nahezu gänzlich mechanisch von der Handarbeit unabhängig, so daß die gegenwärtige Kohlenkrise als Folge der zu sehr geschwächten Arbeitskraft bei Wasserkraftwerken nicht fühlbar wird.

In bezug auf die Versorgung mit weißer Kohle sind die österreichischen Länder sehr verschieden bedacht. Tirol, Vorarlberg, Salzburg, Kärnten und Dalmatien sind mit Wasserkräften nahezu versorgt. Steiermark wird es durch die Tätigkeit der steirischen Elektrizitätsgesellschaft im Vereine mit dem Lande Steiermark und den Städten Graz, Marburg ebenfalls sein. Es werden hiezu mehrere Anlagen an der Drau gebaut, wovon die erste (40 000 PS) im nächsten Jahre in Betrieb kommt**) und den Beweis liefert, daß auch während des Krieges der Wasserkraftausbau vorwärts zu bringen ist, wenn nur der starke Wille dazu da ist. Das Küstenland mit Triest und dem Görzischem wird durch die Isonzowerke versorgt werden, deren gänzlicher Ausbau durch den italienischen Krieg ins Stocken geraten ist, der aber nach dem Kriege sofort fortgesetzt werden wird. Oberösterreich ist durch die Tätigkeit der Aktiengesellschaft Stern & Hafferl ebenfalls versorgt. In Krain hat das Land ein Landes-Elektrizitätswerk erbaut und wird deren weitere folgen lassen. Am schlechtesten ist Niederösterreich und besonders das Wiener Becken daran, welches allein zirka 200 000 PS benötigt. Bedenkt man, daß in Österreich 6 Millionen PS ausbauwürdiger Wasserkräfte zu verzeichnen sind, so tritt die Rückständigkeit um so mehr hervor.

Wenn wir nun die Gründe dieser Rückständigkeit betrachten, so liegt einer darin, daß bei uns mehr studiert und projektiert als gebaut wird. Das k. k. Eisenbahnministerium studiert bereits 20 Jahre die Elektrifizierung der Bahnen und hat zu diesem Zwecke eine große Anzahl von Wasserkräften für den Staat reserviert und den Ausbau durch andere verhindert, ohne selbst die kleinste Wasserkraft ausgebaut oder auch nur eine Bahnstrecke elektrifiziert zu haben***). Die Hauptursache unserer Rückständigkeit ist vorzugsweise unser Wasserrechtsgesetz, vielmehr seine unrichtige Anwendung. Die für die Wasserkraftausnutzung entscheidenden §§ 20, 28, 32 und 94 lassen eine so unbestimmte Auslegung zu, daß sich vielfach widersprechende Entscheidungen ergeben. Nach diesen Gesetzesstellen muß ein überwiegend volkswirtschaftlicher Vorteil nachweisbar sein, um die Dienstbarkeit auf Grundstücken für die Zu- und Ableitung des Wassers zu gestatten; hiebei bestehen jedoch Zweifel, ob diese Dienstbarkeit sich auch auf das Bindeglied zwischen Zu- und Ableitung, also auf das Triebwerk, erstreckt. Ebenso ist es zweifelhaft, ob der Staubereich eines Wehres für die Dienstbarkeit zulässig ist, nachdem die Wehranlage selbst ausdrücklich in den angeführten Bestimmungen des Gesetzes genannt ist. Ähnlich verhält es sich mit der Ausschaltung der Zwischenwasserrechte bei größeren Gefällsausnutzungen. Es ist im Gesetz die Zulässigkeit eines Ersatzwassers oder einer Modernisierung der Anlage gegeben; wie diese jedoch ausgelegt wird, ist höchst unbestimmt und die Entscheidungen der verschiedenen Verwaltungsbehörden widersprechen einander

*) E. u. M. 1917, Seite 486.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 19.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 316, 364.

**) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 562.

***) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 20.

Digitized by Google

vielfach. Oft wird der mangelnde Nachweis eines volkswirtschaftlichen Vorteils vorgeschützt, um eine Konzession zu verweigern. Es verbergen sich dahinter aber andere Gründe, vornehmlich nationaler Natur, oder die besonderen Interessen der Länder und Gemeinden. Dies ist wieder nur möglich, weil die Auslegung des Gesetzes derart dehnbar ist. Es ist daher die erste und dringende Maßnahme für eine künftige Entwicklung der Wasserkräfte, daß diese Unklarheit des Gesetzes, die Möglichkeit seiner verschiedenen Auslegung, beseitigt wird und daß als oberster Grundsatz der Wasserkraftnutzung und der Handhabung das Gesetz aufgestellt wird: „Der Ausbau jeder Wasserkraft ist ein volkswirtschaftliches Gebot". Die Voraussetzungen der §§ 28 und 32 (Böhmen) für die Zubilligung der Dienstbarkeit auf vorkommenden Grundstücken sind immer gegeben, ebenso die anderen Zulässigkeiten. Es sollte kein Zweifel mehr in der Auslegung des Gesetzes bestehen und es sollte auch nicht zugewartet werden, bis das neue Wasserrechtsgesetz erst in den 17 Ländern Österreichs durchgebracht ist, sondern es muß das alte Gesetz, unter Voranstellung des obigen Grundsatzes, gehandhabt werden. Wenn die Regierung sich entschließen würde, diesbezügliche Richtlinien für die Verwaltungsbehörden herauszugeben, so würde gewissermaßen über Nacht ein gewaltiger Schritt nach vorwärts im Ausbau der Wasserkräfte gemacht werden. Die vielen schwebenden Konzessionsansuchen und Rekurse wären nach dem vorgenannten Grundsatz sofort günstig zu erledigen, die Konzession jedem Bewerber mit der Bedingung eines kurzfristigen Ausbaues und möglichst noch mit einer Prämie hiefür bewilligt werden, etwa in der Weise, daß eine längere Konzessionsdauer gegeben wird. Die Industrie würde dann mit wahrem Feuereifer an den Ausbau der Wasserkräfte schreiten. Ein neues Elektrizitätsgesetz, in welchem die Dienstbarkeit für die Fernleitung enthalten ist, würde von großem Vorteil sein, ist jedoch keine unbedingte Notwendigkeit, da es noch immer möglich ist, eine Fernleitung ohne Dienstbarkeit herzustellen.

Allen voran müßte der Staat die Wasserkräfte für die Elektrifizierung der Bahnen selbst ausbauen, damit Kohle im Bahnverkehr erspart wird. Es wäre jedoch ein Mißgriff, wenn die bekannten Ennswasserkräfte für diesen Zweck verwendet werden würden, die in erster Linie für die Versorgung Wiens bestimmt sein sollten.

Es müßten ferner die Industrien, in deren Bereich ausbauwürdige Wasserkräfte sind, zum Ausbau dieser durch Einräumung von Vorteilen verschiedener Art gedrängt und bestehende Kraftanlagen dadurch besser ausgenutzt werden, daß sie mit Akkumulierwerken zur Ausnutzung der noch vorhandenen überschüßigen Kraft ausgestattet werden. Das Berggesetz gibt den Bergwerken einen bedeutenden Vorzug in der Ausnutzung der in der Nähe befindlichen Wasserkräfte, von diesem Vorteile ist aber bis jetzt in Österreich noch fast gar kein Gebrauch gemacht worden. Die Banken würden sich dann für den Ausbau der Wasserkräfte in ganz anderer Weise interessieren, weil dann noch Anreiz zum Gewinn gegeben sein wird, so daß der Finanzierung großer Anlagen keine Hindernisse entgegenstehen würden.

Für diese Entwicklung bedarf es keiner besonderen Gesetze. Auch Böhmen mit seinen reichen Kohlenlagern hat noch große Schätze an zu gewinnender weißer Kohle; an 100 000 PS machen die in Böhmen in Schwebe befindlichen Projekte aus. Dort sind es vornehmlich die Flößerei und die Flußregulierung sowie politische Fragen, welche es bisher verhindert haben, daß auch nur eine bedeutende Wasserkraft in Böhmen zum Ausbau gelangt ist und doch fühlt das Land Böhmen die Kohlennot in gleichem Maße, wie die anderen Länder. Wenn wir diejenigen Wasserkräfte in Betracht ziehen, welche in erster Linie für Niederösterreich und das Wiener Becken bestimmt sein sollten, so müssen wir hiezu das Land Steiermark zu Hilfe nehmen. Die Wasserkraft der Enns in der Schleife bei Hieflau sowie deren Zubringer geben in zirka 150 km Entfernung von Wien bei 100 000 bis 150 000 PS. Eine zweite Gruppe bildet die mittlere Mur und deren Zubringer sowie einige kleinere Wasserläufe im nördlichen Steiermark, geben gleichfalls zirka 100 000 PS in 100 km Entfernung anschließbar an das Ebenfurter Elektrizitätswerk der Stadt Wien. Im Bereiche dieser zwei Gruppen gibt es an verschiedenen Stellen Gelegenheit zur Anlage von bedeutenden Spitzenwerken; es würde bei der Fernleitung der aus der ersten Gruppe der Wasserkräfte gewonnenen elektrischen Energie beiläufig längs der Westbahnlinie durch Anschluß der Wasserkräfte der oberen Ybbs, sowie der weiter ausgebauten Wasserkraftanlagen der Landes-Elektrizitätswerke eine wesentliche Verstärkung sich ergeben. Wohl bestehen auch andere Möglichkeiten die Energie von Wasserkräften nach Wien zu bringen (Donauwerke, Drauwerke); hiebei stehen jedoch abgesehen von deren bedeutend höheren Kosten, Schwierigkeiten im Wege, welche einen raschen Ausbau verhindern. Gelingt es, die dort verfügbaren 200 000 bis 300 000 PS baldigst in das Wiener Becken zu leiten, so bedeutet dies eine Ersparnis von 200 000 bis 300 000 Waggon Kohle, welche jährlich weniger nach Wien zu transportieren sind. Was dies für den Verkehr und das wirtschaftliche Leben zu bedeuten hat, braucht nicht erst betont zu werden.

Der Vortragende fordert zum Schlusse den Elektrotechnischen Verein in Wien auf, das Seinige dazu beizusteuern, daß durch die ehebaldigste Verwirklichung der von ihm vorgeschlagenen Maßnahmen die Ausnutzung der Wasserkräfte ehestens in die Wege geleitet werden möge. Der Vortragende führte hierauf Lichtbilder über Wasserfälle in Österreich, ausgenutzte und freie, vor, sowie über die Lage der auszubauenden Wasserkräfte.

An diesen Vortrag schloß sich die folgende **Diskussion** an:

Dr. H. Schreiber will sich nicht in den technisch-wissenschaftlichen Streit mengen, ob vom Standpunkte der Energieerzeugung und der Gestehungspreise den wasser- oder dampfelektrischen Werken der Vorzug zu geben sei. Wohl aber möchte er als Wirtschaftspolitiker die bisherige Entwicklung des Wasserkraftwesens, welche der Vortragende nicht mit Unrecht der Rückständigkeit geziehen hat, in dem natürlichen Lauf der Dinge gerechtfertigt sehen. Nicht so sehr die Auslegung des Gesetzes und seine Handhabung ist Schuld daran; übrigens hat die Regierung ohnehin den besten Willen gezeigt, das alte und überholte Wassergesetz, welches die Anforderungen der Wasserkraftnutzung im Dienste der Energieerzeugung unmöglich vorhersehen konnte, mit neuem Geiste zu erfüllen, indem sie eine treffliche Reform des Gesetzes angebahnt hat, die lediglich aus verfassungsrechtlichen Schwierigkeiten noch nicht zu Ende gedeihen konnte. Auch darf man nicht übersehen, daß in unserem Lande, welches im Gegensatze zu den genannten Ländern, wie Italien, Frankreich usw. auch durch Kohlenreichtum gesegnet ist, die Wasserkraft vorerst und lange hindurch nur als Surrogat und „Ersatz" angesehen wurde, bis im Krieg eine Umwertung auch dieses Wertes eingetreten ist. So wie der Krieg mit seiner Begleiterscheinung der Kohlennot die volle Bedeutung der Wasserstraßen als Verkehrsmittel zur Ergänzung der Eisenbahnen erkennen ließ, hat er auch die Wasserkraft und ihre Verwertung im Interesse der Kohlenersparnis in den Vordergrund der Wirtschaftspolitik gerückt. Unleugbar hat die Regierung auch in dieser Hinsicht den ernsten und redlichen Willen, die Wasserwirtschaft zu heben, was auch der Vortragende unter Hinweis auf das Programm des Ministerpräsidenten treffend hervorgehoben hat. Worauf aber speziell in dem Kreise des Elektrotechnischen Vereines ein besonderer Nachdruck zu legen wäre, ist die Tatsache, daß das Regierungsprogramm verständnisvoll Wasserwirtschaft und Elektrizitätswirtschaft miteinander in einen nahen, ja unlöslichen Zusammenhang gebracht hat; gewiß mit vollem Rechte, denn Wasser- und Elektrizitätswirtschaft sind aufeinander technisch und wirtschaftlich angewiesen und beide sind berufen, sich gegenseitig zu ergänzen und zu befruchten. Freilich ist dann aber auch — und darin bekennt sich der Redner zu einem Gegensatze zu den Ausführungen des Vortragenden — neben der Wassergesetzreform auch ein Elektrizitätsgesetz unentbehrlich, mag man es kurz als Wegegesetz, Kraftgesetz oder als Elektrizitätswirtschaftsgesetz u. dgl. kennzeichnen wollen. Der Widerspruch, der in den diesfälligen Ausführungen des Vortrages zu erblicken ist, liegt darin, daß Ing. Tobell einerseits den Behörden vom Standpunkte des Wassergesetzes den Vorhalt gemacht hat, sie seien in der Bewilligung von Dienstbarkeiten zur Herstellung von Wasserleitungen zur Zu- und Ableitung von einem engherzigen Ermessen geleitet, welches der Anlage von Wassertriebwerken hinderlich sei, während er andererseits das Wegegesetz als überflüssig verwirft, obschon es nichts anderes will, als die Herstellung von Elektrizitätsleitungen auf fremdem widerstrebenden Grunde zu erleichtern, eine Tolerierung, ohne welche bei Anlage von Groß- und Fernkraftwerken nach Ansicht des Redners das Auslangen nicht gefunden werden kann. Gewiß ist die jahrelange Rückständigkeit in Erledigungen von Projektswerbungen in einer Zurückhaltung der Behörden gelegen, die sich einer Art „passiven Resistenz" hingeben, vor allem beeinflußt durch die Reservierungspolitik der Regierung, durch welche die Wasserkräfte vornehmlich für staatseigene Zwecke und insbesondere zur Elektrifizierung der Vollbahnen gesichert werden sollen. Entscheidend aber ist, und dem glaubt der Redner die Hauptschuld an den beklagenswerten Erscheinungen beimessen zu sollen, daß durch irreführende und falsch verstandene Schlagworte, die insbesondere während des Krieges und der Kriegswirtschaft an Kredit gewonnen haben, die Unternehmertätigkeit zurückgedrängt werden soll. Unter der Devise der staatlichen Elektrizitätswirtschaft wird als Allheilmittel der Ruf ausgestoßen, daß der Staat allein und ausschließlich die Elektrizitätswirtschaft in seine Hand nehme. Was liegt da näher, als darin den Anreiz zu erblicken, daß der Staat jenes Wirtschaftsgut, welches der Vortragende mit Recht als einen der kostbarsten Naturschätze bezeichnet hat, für seine eigenen Wirtschaftsprobleme fest- und zurückhält. Wenn aber solche Maximen und Voreingenom-

Digitized by Google

menheiten die Wasserwirtschaft und die Elektrizitätspolitik beherrschen, dann müssen sie unvermeidlich in jene Sackgasse geraten, in der dann die Wasserkraftnutzung nicht mehr den freien Weg zu ihrer Expansion finden kann. Man möge daher — wie Redner meint — den rührigen Unternehmergeist, das erwerbslustige Finanzkapital und die wagemutige Privatwirtschaft nicht abstoßen und nicht abschrecken und nicht immer wieder die Forderung erheben, sie aus ihrer Betätigung auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens entweder ganz auszuschalten oder doch zumindest in den Hintergrund zu drängen. Weit mehr sei es angezeigt, diese Faktoren zu ermuntern und zu fördern, wenn auf jenem weiten und fruchtbaren Neulande, welches uns die Verwertung der Wasserkräfte erschließt, wirtschaftliche Erfolge errungen werden sollen.

Direktor **Ing. Brock**: „Herr Ing. Tobell bemerkte, daß bei der Erbauung von kalorischen Anlagen gegenwärtig mit einem Preisaufwand zu rechnen sei, der das Zehnfache des Friedenspreises betrage. Dies verlangt eine Richtigstellung: Tatsächlich beträgt die Preissteigerung rund 150%, also das 2½ fache gegenüber Friedenspreisen und diese Steigerung ist ja bereits so gewaltig, daß es nicht erst der gleichfalls bedeutenden Erhöhung der Kohlenpreise bedurft hätte, um die Wasserkraftanlagen ziffernmäßig in den Vordergrund treten zu lassen, abgesehen von allen volkswirtschaftlichen Vorteilen. Aber seit ungefähr ¾ Jahren begannen auch die Baumaterialien rasch anzusteigen, so daß für die Herstellung von Wasserkraftanlagen heute rund das Doppelte des seinerzeitigen Friedenspreises gerechnet werden muß. Es ist hoffentlich anzunehmen, daß die für die Wasserkraftanlagen in Betracht kommenden Preise nach dem Kriege rascher abgebaut werden, als die für Maschinenanlagen geltenden und da die Kohle durch die erhöhten Frachtraten und den besonders großen Prozentsatz, den die Löhne im Kohlenpreise ausmachen, dauernd wesentlich über dem seinerzeitigen Friedenspreise sich halten wird, ist es zweifellos, daß die Wirtschaftlichkeit von Wasserkraftanlagen im Vergleiche zu den kalorischen Anlagen gegenüber früheren Zeiten nach vorwärts geschoben wurde.

Wir hatten vor einigen Tagen im Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein Gelegenheit, aus den fesselnden Ausführungen des Herrn Ing. Reichsrat v. Miller über die Elektrifizierung Bayerns und das staatliche Walchensee-Kraftwerk zu entnehmen, daß es dort möglich war, jetzt mitten im Kriege Verträge mit Bauunternehmern abzuschließen, die das Maximum des Kapitalerfordernisses festlegen, wie es notwendig erscheint, um Stromlieferungsverträge auf Wasserkraftanlagen abschließen zu können. Nach den Ausführungen v. Millers wird dem Unternehmer auf seine Selbstkosten ein Zuschlag von 17% für Regie und Nutzen gewährt. Dafür trägt der Unternehmer das Risiko, daß als Maximum ein Preis bezahlt wird, der nicht über 50% des Friedenspreises hinausgeht*).

Herr Tobell hat den Angstruf ausgestoßen, daß, wenn die Ennswasserkräfte nicht ausgenutzt würden, um in Form von elektrischer Energie nach Wien übertragen zu werden, dann nichts anderes übrigbliebe, als die Wasserkräfte der Drau heranzuziehen. Es nimmt mich Wunder, daß Herr Tobell die großen Projekte an der Donau, von denen das größte in den nächsten Wochen bereits der wasserrechtlichen Behandlung zugeführt wird, ganz übersehen haben sollte. Herr Prof. Baurat Söllner wird in der nächsten Zeit einen Vortrag über die Donauwasserkräfte halten und ich beschränke mich heute auf die Mitteilung, daß die drei Donaustufen bei Aschach, Mauthausen und Wien im Mittel 350 000 PS ergeben. Die Mauthausener Stufe allein ergibt eine Leistung von 140 000 PS im Mittel, die nur während ganz kurzer Zeit des Jahres auf einen Minimalwert von 80 000 PS herabgeht. Die Kapazität dieser Stufe allein beträgt 800 Millionen kWh. In jahrelanger Pionierarbeit hat sich ein Syndikat unter Aufwendung von bedeutenden Mitteln mit der Frage der Donauausnutzung befaßt und die baureifen Projekte der Firma Locher & Co. kommen, wie bereits erwähnt, in den nächsten Wochen zur wasserrechtlichen Behandlung, nachdem die Zentralbehörden ihre Entscheidung bereits dahin gefällt haben, daß gegen diese Projekte in ihrer jetzigen Form vom Standpunkte des öffentlichen Interesses kein Bedenken mehr vorliegt.

Direktor **Ing. Rosshaendler**: Wenngleich ich mich nicht als berufen erachte, das k. k. Eisenbahnministerium im Hinblick auf seine Tätigkeit bei der Auswertung der Wasserkräfte, Erteilung von Konzessionen, gegenüber den vom Herrn Vortragenden erhobenen Anwürfen zu verteidigen, so kann ich doch nicht umhin, aus meinen eigenen Erfahrungen festzustellen, daß das Eisenbahnministerium bei vielfachen Konzessionswerbungen das öffentliche Interesse vertreten und in dieser Form der Allgemeinheit nur gute Dienste erwiesen hat, durch Verhinderung der Zersplitterung von Gefällsstrecken und durch Verhinderung einer Beschlagnahme von Konzessionen für spekulative Zwecke.**) Das Eisenbahnministerium hat ernstlichen Bewerbern, die tatsächlich die Absicht hatten die eine oder andere Wasserkraftanlage zu erstellen, keine ernsten Hindernisse bereitet und nur das Interesse der Staatsverwaltung durch angemessene Optionen zu wahren gesucht. In dieser Beziehung muß somit ein Unterschied gemacht werden zwischen Konzessionswerber, welche die Konzessionserteilung erstreben behufs Veräußerung und Verwertung der Konzession als solche und denjenigen, welche die Konzession erwerben behufs Ausführung von Werken. Die vom Herrn Vortragenden gering gewerteten Hindernisse infolge Mangel der gesetzlichen Bestimmungen zur Durchführung von Hochspannungsleitungen sind derartige, daß dadurch die Verwertung großer Wasserkraftanlagen als ein höchst kühnes Unterfangen bezeichnet werden mußte. Es handelt sich bei der zukünftigen Verwertung unserer Wasserkräfte und Verbreitung elektrischer Energie um einen planmäßigen Ausbau und nicht um eine zusammenhanglose Ausführung einzelner Wasserkräfte.

Es wird in der Zukunft möglich sein, diese großen Aktionen ohne Mitwirkung öffentlicher Faktoren zur Durchführung zu bringen und infolgedessen erscheint die Vereinigung von Privatkapital und öffentlicher Körperschaften in gemischt-wirtschaftlichen Betrieben als die einzig mögliche Form, um den öffentlichen Interessen zu dienen und die Privatinitiative nicht auszuschalten.

Der Vortragende **Ing. Tobell** (Schlußwort). Mit Herrn Dr. Schreiber bin ich im großen Ganzen einverstanden, ich habe aber nicht, wie er behauptet, ein Elektrizitätsgesetz als überflüssig bezeichnet, sondern nur ein Elektrizitätswegegesetz deshalb nicht für den raschen Ausbau einiger Wasserkraftwerke für unbedingt nötig erachtet, weil man bisher auch bei großen Werken und ausgedehnten Leitungen ohne Gesetz auskommen konnte. Ganz besonders schließe ich mich ihm in bezug der Würdigung der staatlichen Absichten gegen die Privatindustrie an und bin diesbezüglich nicht der Meinung des Herrn Direktors Ing. Rosshaendler, daß gerade die gemischtwirtschaftliche Unternehmung die einzig richtige sein soll. Herrn Direktor Ing. Brock gegenüber bemerke ich, daß ich die Donauwerke deshalb nicht besonders erwähnte, weil dieselben meiner Meinung nach für die nächste Zeit nicht in Betracht kommen können. Dafür sind die denselben entgegenstehenden Schwierigkeiten zu groß. Ich bin der Überzeugung, daß es in nächster Zeit vorerst zum Bau der von mir genannten Werke, vornehmlich der Ennswerke kommen wird.

Die Preise betreffend stimme ich Herrn Direktor Brock vollkommen bei, bemerke nur, daß mir auch schon die zehnfachen Friedenspreise für Maschinen vorgekommen sind.

Die von Herrn Direktor Rosshaendler hervorgehobene Notwendigkeit eines großzügigen Planes für den weiteren Ausbau unserer Wasserkraft gebe ich zu, jedoch kann dies den schnellen Ausbau einiger großer Wasserkräfte mit Fernleitung, wie früher angegeben, nicht hindern, wenn dieselben in wichtigen Belangen, wie Spannung, Periodenzahl, vereinheitlicht werden.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 618.
**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 20.

Vorträge.

Elektrotechnischer Verein in Wien und Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Mittwoch den 6. Februar, **halb 7** Uhr abends: Vortrag des Herrn Ingenieur P. Poschenrieder: „Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen.“ (Mit Lichtbildern.)

Mittwoch den 20. Februar **halb 7 Uhr** abends: Vortrag des Herrn Ingenieur Ladislaus v. Verebely über: „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien.“ (Mit Lichtbildern.)

Die beiden Vorträge werden im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien, I. Eschenbachgasse 11 abgehalten.

Ferner ist für Anfang März ein Vortrag des Herrn Ing. Gustav Seeliger, k. k. Ministerialrat im Ministerium für öffentliche Arbeiten, in Aussicht genommen; in diesem Vortrage soll eine umfassende Übersicht über die effektiv verfügbaren Wasserkräfte in Österreich auf Grund amtlicher Daten gegeben werden.

Die Vereinsleitung.

Fachgruppe für Elektrotechnik des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien.

Der in Heft 4, Seite 48, angekündigte Vortrag des Herrn Direktor Ing. K. Straszewski findet am **Dienstag**, den 12. Februar **halb 7** Uhr abends statt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
16. Februar 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 6.
36. Jahrgang.

INHALT:

Elektrische Großwirtschaft. Von F. Niethammer 61

Ein Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften. Von Dr. techn. Ing. M. Vidmar. (Schluß von Heft 5, Seite 52). 64

Rundschau 67
Vereinsnachrichten 68

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Elektrische Großwirtschaft*).

Von F. Niethammer, Prag.

„Nichts vergeuden, alle Quellen erschließen, unabhängig vom Ausland werden", soll nach Rathenau der Leitstern für unsere zukünftige Materialwirtschaft sein. Für unsere Elektrowirtschaft heißt das in erster Linie unsere Wasserkräfte in großzügiger und erschöpfender Weise auszunutzen; in Österreich-Ungarn sind etwa 8 Millionen kW an Wasserkräften erschließbar, die der Industrie, für elektrothermische und elektrochemische Prozesse und auch für die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden müssen, um damit den Import zu mindern, den Export zu steigern. Hallinger weist nach, daß bei richtiger Ausnutzung der deutschen Wasserkräfte innerhalb der vergangenen 15 Jahren Einfuhrwerte von 8 Milliarden Mark dem deutschen Volksvermögen hätten gespart werden können. Da die Wasserkräfte in Österreich-Ungarn mindestens das vierfache der deutschen betragen dürften, so ergibt sich für die Donaumonarchie noch eine erheblich größere Summe, um so mehr als die erforderlichen Rohstoffe, zum Beispiel Bauxit und Tonerde zur Aluminiumherstellung reichlich vorhanden sind.

Mit Rücksicht auf die Schonung unserer Brennstoffvorräte wird man heute manche Wasserkraftanlage noch für ausbauwürdig erklären, deren Anlagekosten früher zu hoch erschienen ist, trotzdem ist durch Zusammenfassung großer Gefälle in eine Stufe, durch Wahl großer raschlaufender Turbosätze**) (Kaplanturbine, Diagonalturbine von Zuppinger) möglichst an Anlagekapital zu sparen. Auch bei den kalorischen Werken tritt die Reduktion des Brennstoffbedarfes in die erste Linie, die Kosten für Verzinsung, Abschreibung, Tilgung und Instandhaltung können hoch sein und müssen gegebenenfalls zurücktreten. Der ärgste Raubbau mit den Brennstoffen wird wohl im Hausbrand und bei den Dampflokomotiven betrieben, der Wärmewirkungsgrad dieser letzten beträgt nur etwa 3%, während in großen Dampfturbinenanlagen wenigstens 20% der Energie des Brennstoffes gewonnen wird. Der Hausbrand verschlingt aber von den 250 Millionen t Kohle in Deutschland etwa 50 Millionen t, die Eisenbahnen etwa 15 Millionen t, während die öffentlichen Elektrowerke vor dem Krieg nur etwa 4 Millionen t pro Jahr verbraucht haben***).

Eine wirtschaftlich hochstehende und großzügige Energieversorgung ermöglicht nur ein System von Großkraft- und Fernkraftwerken, die die allseitige Lieferung von Licht, Wärme und Kraft für alle Zwecke, für Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Eisenbahnen anzustreben haben. Die in den Vereinigten Staaten elektrifizierte Vollbahnstrecke der Chicago, Milwaukee und St. Paul Ry. von vorläufig 1000 km Streckenlänge, die mit Gleichstromlokomotiven von 300 t Gewicht und 3000 V Fahrdrahtspannung arbeitet, wird aus einer Reihe Wasserkraftwerke, die Drehstrom für alle Zwecke erzeugen, gespeist; die Bahnstrecke benötigt jährlich über 134 Millionen kWh, so daß etwa 500 000 t Kohle jährlich gespart werden*). Bekanntlich werden für die in der Elektrifizierung befindliche Gotthardstrecke in der Schweiz eigene einphasige Bahnkraftwerke errichtet, was nicht im Interesse der Gesamtwirtschaft liegt**). Der elektrische Bahnbetrieb bringt übrigens immer noch wesentliche Brennstoffersparnisse gegenüber den Dampflokomotiven, auch wenn man den Strom aus kalorischen Kraftwerken bezieht; außerdem lassen sich im elektrischen Kraftwerk beliebig minderwertige Brennstoffe verheizen. Der gleichzeitigen Lieferung von Wärme aus den Großkraftwerken für häusliche, gewerbliche und industrielle Zwecke in Form elektrischer Energie oder aus Gasfernnetzen oder Auspuffdampfnetzen ist alle Aufmerksamkeit zu widmen. In dieser Hinsicht ist der Geschäftsbericht des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes 1916/17 von Interesse: Bei einem gesamten Anschlußwert von über 430 000 kW werden gegen 600 Millionen kWh und gegen 50 Millionen m³ Gas abgegeben; da 860 WE = 1 kWh, so ist die Gasmenge bei einem Heizwert von 3000 bis 4000 WE, etwa 150 Millionen kWh äquivalent, so daß also $^1/_5$ der Energie in Form von Gas abgegeben wird. In Bochum und Essen zahlt man $2^1/_2$ Pfg. pro m³ Koksofengas.

Wesentlich für die Betriebsicherheit eines solchen Fernkraftwerksystems ist es, daß zahlreiche, über das ganze Land verteilte, verschiedenartige Kraftwerke an die gemeinsamen Leitungskanäle angeschlossen werden, also Wasserkraftwerke und Wärmekraftwerke und von den ersten sowohl Niederdruck- wie Hochdruckwerke, Hochgebirgs- und Mittelgebirgswasserkräfte an ganz verschiedenen Flußgebieten, Wärmekraftwerke mit Stein- und Braunkohle, Gas und Öl als Brennstoff und möglichst direkt an der Fundstätte der Brennstoffe oder wenigstens an schiffbaren Wasserläufen oder Meeresbuchten. Durch die Verkupplung aller leistungsfähigen Kraftwerke, wie sie jetzt namentlich in der Schweiz durchgeführt wird, läßt sich ganz bedeutend an Anlagekapital sparen und die Betriebsicherheit ganz wesentlich erhöhen, die einzelnen Spitzenbelastungen gleichen sich zum Teil aus, die Gesamtkraftwerksleistung wird kleiner, die Brennstoffausnutzung wird günstiger und die vollständige Wasserkraftausnutzung ermöglicht; die kostspieligen Reserven von 50 bis 100% können größtenteils entfallen. So wünschenswert die Wasserkräfte auch sind, so haben eben im Kriege einzelne Wasser-

*) Im Anschluß an den Aufsatz: H. Büggeln: „Die volkswirtschaftliche Bedeutung der zukünftigen elektrischen Großwirtschaft" in „Technik und Wirtschaft" 1917 sowie an den Vortrag auf der 58. Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure: „Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke" von Prof. Dr. Klingenberg und an einen Vortrag vom Verfasser im Ingenieur- und Architekten-Verein in Mähr.-Ostrau: „Elektrizitätsversorgung im Großen."

**) Die größte Wasserturbineneinheit dürfte zurzeit etwa 30 000 PS leisten, bei den Dampfturbinen geht man schon auf 100 000 PS. Eine Francisturbine von 10 000 PS ist bereits mit 1000 Uml./min. gebaut.

***) Jetzt im Krieg 10 Mill. t. Im Frieden werden 60 Mill. t unter Dampfkesseln verbrannt.

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 37, 490; 1916, Seite 170. Eine Beschreibung dieser Anlage wird demnächst veröffentlicht werden.

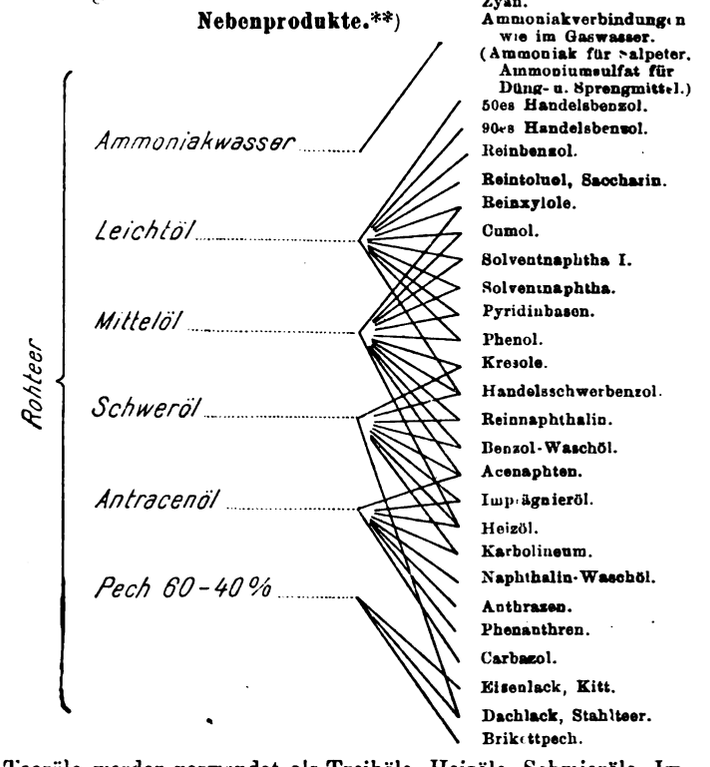
**) Vgl. E. u. M. 1916, Seiten 130, 180, 594.

Digitized by Google

kräfte ohne kalorische Reserve und ohne Verkupplung mit kalorischen Werken periodenweise infolge fast gänzlichen Wassermangels so gut wie ganz versagt. Andererseits hätten Wasserkraftwerke an der Enns, Donau oder Drau die kalorischen Werke Wiens und Talsperrenwerke an der Thaya oder Iglawa, letztere in unmittelbarer Nähe des kalorischen Werkes Oslawan, die Rossitzer Elektrizitätswerke über manche kritische Stunde der Kohlennot und Instandsetzungsarbeiten weghelfen können. Das städtische Elektrizitätswerk Prag bezieht aus dem Wasserkraftwerk an den Moldauschleusen auf der Hetzinsel etwa 8 Millionen kWh von den jährlich benötigten 40 Millionen kWh und kann damit wenigstens etwa die Hälfte des Privatkonsums decken; dabei kostet die hydraulische kWh nicht halbsoviel wie die Kohle pro kWh im kalorischen Werk. An den verschiedenen Schleusenanlagen der regulierten Moldau ließen sich mit mäßigen Kosten noch weitere leistungsfähige Kraftwerke bauen. Im Dezember 1916 fand im kalorischen Großkraftwerk Franken bei Nürnberg eine Explosionskatastrophe statt, die das Werk eine Zeit lang lahmlegte. Hätte das zur Verbindung der Kraftwerke geplante Bayernwerk*) schon bestanden, so wäre eine Unterbrechung in der Stromlieferung für die Städte Nürnberg, Fürth und andere Teile im nördlichen Bayern wohl nicht eingetreten. Wie verhängnisvoll es werden kann, wenn man sich einseitig auf exzentrisch gelegene Wasserkräfte verläßt, lehrt unsere italienische Offensive. Das Elektrizitätswerk Cellina für Venedig liegt nördlich von Pordenone im Gebirge, war also in den ersten Tagen der Offensive abgeschnitten; aber auch noch andere wichtige Elektrowerke, die die oberitalienische Kriegsindustrie versorgen, fielen in unsere Hand. Das spricht aber durchaus nicht gegen die Elektrizität und ihre allgemeine Anwendung: Hätten zum Beispiel die Mittelmächte ihre verhältnismäßig exzentrisch gelegenen Steinkohlengruben im Saargebiet und Schlesien eingebüßt, so wären gerade die mit Dampf betriebenen Industrien und Eisenbahnen lahmgelegt worden und im Innern gelegene Elektrowerke mit Wasser- und Braunkohlenbetrieb wären von größtem Wert gewesen. Ist das mit etwa 100 000 V arbeitende Hochspannungs-Landes- oder Reichsnetz vorhanden, das als Kupplungsleitung zwischen allen leitungsfähigen Kraftwerken oder als Landes-Sammelschiene dient, so werden Beschädigungen einzelner Kraftwerke etwa durch Flieger durch das sofortige Eingreifen der anderen Werke nicht spürbar. Zerstörungen an den Kupplungsleitungen lassen sich erfahrungsgemäß in kurzer Zeit wieder gut machen. Transformatoren- und Unterwerke kann man, um sie vor Beschädigungen durch Flieger zu schützen, unterirdisch und bombensicher einbauen, wichtige Mittelspannungs- und Gebrauchsspannungsnetze führt man als Erdkabel aus, mit der Zeit vielleicht auch Hochspannungsleitungen.

In Württemberg**), wo von den 272 Elektrizitätswerken 204 mit Wasserkraft arbeiten, wurden im Jahre 1914 bei 100 000 kW Kraftwerksleistung nur 160 Millionen kWh erzeugt, was einer Benutzungsdauer von rund 1600 Stunden entspricht. Durch Errichtung der Kupplungsleitungen zur Verbindung aller Wasserkräfte, die noch weiter auszubauen wären, ließen sich bei einer mittleren Leistung von 30 000 bis 40 000 kW 260 Millionen kWh mit Wasserkraft erzeugen. Für die weitere Energieerzeugung würde ein einziges Wärmekraftwerk am schiffbaren Neckar genügen, so daß die Kohle auf dem Wasserwege zugeführt werden könnte, wenn man nicht fünf vorhandene Dampfkraftwerke dafür ausbauen will, außerdem wäre eine Verkupplung mit den badischen, bayerischen eventuell auch den schweizerischen Großkraftwerken am Platze, vielleicht auch eine Fernleitung aus dem Saargebiet.

Zur Schonung der guten Kohlenschätze empfiehlt sich in den Wärmekraftwerken die Heranziehung von minderwertigen Brennstoffen, als da sind Braunkohle mit 40 bis 60% Wasser, Lignit, Haldenkohle und Lösche, die häufig nur 25 bis 30% Kohlenstoff enthalten, Kohlenschlamm, Koksstaub, Torf und verschiedene Abfälle. Während des Krieges ist allerdings an vielen Orten die früher gute Kohle von selbst nach und nach recht minderwertig geworden, so daß sich trotz Unterwind und Saugzug der volle Betrieb nicht aufrecht erhalten ließ. Selbst in den Vereinigten Staaten von Amerika, die doch Kohlenlager von über 1700 Milliarden Tonnen besitzen und neben Kanada und China das kohlenreichste Land sind, werden infolge des Krieges energische Rufe nicht allein nach dem Ausbau der Wasserkräfte, sondern auch nach Verwendung minderwertiger Brennstoffe speziell des Torfes laut; die Engländer arbeiten Projekte zur Ausnutzung des irischen Torfs aus*), das heißt fast „Torf nach Newcastle tragen." Im Erschließen von kleineren und größeren Lagern mit minderwertiger Kohle läßt sich in Österreich noch manches machen. Die Verfeuerung solcher minderwertiger Brennstoffe muß in jedem Einzelfalle studiert werden, in vielen Fällen wird Unterwind erforderlich, wie er beim Pluto Stoker Schrägrost, bei der Evaporatorfeuerung und den bekannten Müllverbrennungsöfen verwendet wird, die sich alle für solche Fälle eignen.



Teeröle werden verwendet als Treiböle, Heizöle, Schmieröle, Imprägnieröle oder verarbeitet auf Farbstoffe (2000 Anilin- und Alizarinfarben), Desinfektionsmittel (Karbolsäure), Medikamente (Aspirin, Pyramidon, Salicyl, Lysol, Riechstoffe), Süßstoffe (Saccharin), Sprengstoffe (Toluol), photographische Mittel, vielleicht später auf Kautschuk und Nahrungsmittel.

Gerade der Krieg hat nun die Tatsache besonders scharf unterstrichen, daß es für Volkswirtschaft und Volksvermögen von besonderem Wert wäre, gute und schlechte Brennstoffe nicht unter den Kesseln samt allen wertvollen Produkten roh zu verbrennen, sondern sie, soweit sie genügend stickstoffhaltig sind, zu vergasen oder zu entgasen,

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 619.
**) H. Büggeln: „Elektrische Großwirtschaft in Württemberg", Stuttgart 1916. Vgl. E. u. M. 1917, Seite 11.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 301.
**) Escher, Schweizerische Bauzeitung, 9. Sep. 1917.

Digitized by Google

wobei sich die in vorstehender Zusammenstellung angegebenen Nebenprodukte gewinnen lassen; dadurch könnte der starke Import an Chilisalpeter für Spreng- und Düngemittel eingedämmt werden. Das entstehende Gas wird zur Kesselheizung oder in Gasmaschinen oder in einem Fernleitungsnetz für Wärmezwecke verwertet; der bei der Entgasung freiwerdende Koks ist für metallurgische Prozesse und als Hausbrand wertvoll, unter dem Kessel brennt er schlecht; er ist nur als Zusatz oder in Verbindung mit Gasheizung für Kesselbetriebe zulässig.

Von mancher Seite wird direkt ein Verbot jeglicher Kohlenverbrennung gewünscht, alles, sogar frischer Stallmist soll vergast werden und das Gas soll zur Beleuchtung, Heizung und für Kraftbetriebe auf dem Lande Verwendung finden*). Landrat v. Dewitz**) will dann in Deutschland den Ertrag an gewonnenen Nebenerzeugnissen durch eine Steuer von 0·5 Pfg./m³ auf Gas und von 2 Pfg./kWh Elektrizität dem Staate nutzbar machen. Das Verhältnis der Steuer für Gas und Elektrizität ist natürlich ganz ungerecht, je nach dem Heizwert des Gases ist für die Elektrizität nur die Hälfte bis $^1/_{20}$ von 2 Pfg. einzusetzen. Warum besteuert man übrigens das Gas nicht auch nach der kWh, da ja 1 kWh = 860 WE ist. Allerdings sollte man die Besteuerung auf Kohle beschränken, für die von Dewitz den Satz von Mk. 5 pro t ohne Rücksicht auf den Heizwert vorschlägt. Die schon im Jahre 1908 in Deutschland geplanten Elektrizitäts- und Gassteuern sind überhaupt zu verwerfen, auch der verbliebene Rest, die Leuchtmittelsteuer ist eine Ungerechtigkeit gegen die Elektrizität zugunsten des Gases.

Dr. Scheuer***) errechnet für ein Kraftwerk mit fünf Maschineneinheiten von je 1680 kW, wovon eine als Aushilfe, folgende Strompreise pro kWh: In der Anlage (A) wird die Kohle unmittelbar in Kesseln die Turbinen speisen, verbrannt, bei (B) und (C) wird die Kohle vergast, und zwar hat die Anlage (B) Dampfturbinen mit gasgeheizten Kesseln, die Anlage (C) Gasmaschinen mit Mondgasanlage. Im Falle (1) und (2) kostet die Kohle Mk. 16 pro t im Falle (2) und (3) dagegen nur Mk. 8 pro t, im Falle (1) und 3) werden 40 kg/t Sulfat zu Mk. 250 pro t gewonnen, im Falle (2) und (4) nur 30 kg/t mit Mk. 200 pro t. Teer gewinnt man 50 kg/t zu Mk. 20 pro t. Für 1 t Sulfat rechnet er 1 t Säure zu Mk. 30 pro t. Außer den Betriebskosten werden 12% an Kapitalskosten, für die Gebäude nur 6% gerechnet.

Preis in Pfg./kWh.

	8760 Stunden[1])				3000 Stunden[1])			
	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
A	1·95	1·95	1·15	1·15	2·45	2·45	1·65	1·65
B	2·37	3·11	0·77	1·48	3·97	4·71	2·37	3·11
C	1·22	1·52	0·60	0·89	2·41	2·66	1·77	2·02

[1]) Jährliche Ausnutzungszeit.

Die wirtschaftliche Überlegenheit der Kraftanlagen mit Nebenproduktengewinnung ist also nicht erwiesen, um so mehr als bei Großanlagen, für die Dampfturbinen mit Einzelleistungen von 60 000 kW, ja in Amerika von 70 000 kW gebaut werden, die Gasmaschine an sich ausscheiden muß, solange die praktisch brauchbare Großgasturbine nicht geboren ist.

*) Dr. E. R. Besemfelder: „Das belagerte Deutschland und sein Stickstoff". Zeitschr. für den techn. Fortschritt 1916, Nr. 2 und 3.

**) „Die Besteuerung von Kohle, Gas und Elektrizität". Preuß. Verwaltungsblatt Nr. 2 vom 14. Oktober 1916.

***) Dr. W. Scheuer: „Gewinnung und Verwertung von Nebenerzeugnissen bei der Verwendung von Stein- und Braunkohle." Glasers Annalen 1915, Band 76, Heft 11 und 12.

Bei der Entgasung oder Verkokung der Kohle derart daß der Koks unter den Kesseln verbrannt, das Gas als Leuchtgas verkauft wird, gestalten sich die Verhältnisse auch nicht günstiger; die Kokereianlage würde soviel kosten wie das zugehörige Großkraftwerk von 150 000 kW. Bei der Verkokung bleiben zu dem große Teile des in der Kohle enthaltenen Stickstoffes und Schwefels im Koks stecken, während sie bei der Vergasung nutzbar gemacht werden können.

Da der Erlös aus den Nebenerzeugnissen bei der Vergasung oder Entgasung weder die erhöhten Betriebskosten noch die geplanten Steuern decken kann, eine Dauerbelastung sämtlicher Kraftwerke lediglich zur Nebenproduktenerzeugung eine maßlose Verschwendung unserer Kohlenschätze wäre, so ist vor überschwänglichen Hoffnungen auf diesem Gebiete dringend zu warnen. Auch in der Ausschußsitzung des deutschen Reichstages vom 12. Jänner 1917 wurde vom Staatssekretär des Reichsschatzamtes erklärt, daß weder die Frage der Großgasmaschine noch die wirtschaftliche Verwertung der Nebenprodukte genügend geklärt und spruchreif sei. Volkswirtschaftliche Interessen zwingen uns allerdings den aussichtsvollen Weg weiterzuschreiten. Staat und Industrie sollten deshalb nach Klingenberg in gemeinsamer Arbeit die Entwicklung systematisch fördern. Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg sind gute Nebenproduktenpreise, gleichmäßige Belastung der Anlagen und die Möglichkeit die erzeugten Gase jederzeit voll auszunützen. In Deutschland könnten immerhin pro Jahr noch weitere 11 Millionen t Steinkohle wirtschaftlich auf Nebenprodukte im Wert von 90 Millionen Mark verarbeitet werden. Inzwischen werden ja auch die Gasgeneratoranlagen und die Einrichtungen zur Nebenproduktenerzeugungen nicht nur verbessert, sondern auch Anlage- und Betriebskosten herabgesetzt sowie die Möglichkeit erschlossen, Abfälle von Holz, Torf, Waschberge und Schiefer zu vergasen (Generator-Aktien-Gesellschaft Charlottenburg). Jedenfalls ist es verfehlt, die für Spreng- und Düngemittel erforderlichen Stickstoffprodukte erst auf elektrischem Wege im Lichtbogen oder über Kalkstickstoff oder nach dem Haberschen Verfahren herzustellen, wenn man sie bei der Elektrizitätserzeugung als Nebenprodukt der Vergasung ohnehin gewinnen kann.

Zum Schluß seines Aufsatzes kommt Büggeln zur bekannten Streitfrage, die für österrichische Verhältnisse besonders schwierig zu beantworten ist, nämlich wer der Unternehmer bei der kommenden Großwirtschaft sein soll. Er verteidigt speziell für die Vereinheitlichung der Stromerzeugung in Württemberg die gemischtwirtschaftliche Form unter staatlicher Beteiligung. Gleichwertig mit dem Staatsbahnmonopol, das sich ja in Deutschland viel besser als bei uns bewährt hat, wäre in seiner Wirkung nur das volle Energiemonopol; dies würde aber den Tod allen industriellen Fortschrittes bedeuten. Büggeln hält für unsere zukünftige Energiewirtschaft folgende allmählich durchzuführende Maßnahmen für notwendig: 1. Für die öffentliche Elektrizitäts- und Gasversorgung ist von der Regierung ein einheitliches Programm aufzustellen und Genehmigungen zu Erweiterungen sollen in Zukunft nur im Rahmen dieses Programmes erteilt werden. 2. Die Benutzung ausländischen Erdöls für Leucht-, Heiz- und Kraftzwecke ist nur dort zu gestatten, wo Elektrizität und Gas nicht verwendbar oder nicht ohne erhöhte Kosten zu beziehen sind. 3. Für die Raumheizung und das Kochen dürfen außer Gas und Elektrizität nur Brennstoffe verwendet werden, auf denen sich volkswirtschaftlich nützliche Nebenerzeugnisse nicht oder nur in unerheblichem Maße gewinnen lassen. Das führt an vielen Orten zur

Digitized by Google

zwangsweisen Einführung der Koks-Dauerbrandöfen. Die Vergasung der jetzt im Hausbrand vergeudeten Kohle würde soviel Ammonsulfat liefern, daß die Einfuhr von Chilesalpeter mit gegen 200 Millionen Mark pro Jahr (für Deutschland) entfallen und überdies die hydraulischen Elektrizitätswerke von der Erzeugung des Kalkstickstoffes für Düngezwecke entlastet werden könnten. Außerdem würde die Rauchbelästigung in den Städten herabgemindert. 4. Auch in industriellen Anlagen und Elektrizitätswerken ist die Verbrennung von Kohlen in Kraftgasanlagen, die keine Nebenprodukte herstellen, und unter Dampfkesseln dort zu verbieten, wo ein Bezug von Energie ohne wirtschaftliche Nachteile oder die Verwendung von im Lande gewonnenen flüssigen Brennstoffen möglich und aus volkswirtschaftlichen und militärischen Gründen zulässig ist.*)

Im Jänner 1917 sagte der württembergische Kultusminister in einer Begrüßungsansprache, es sei deutsche Art, in schweren Zeiten die Zukunft vorzubereiten. Statt die großen wirtschaftlichen Aufgaben, zu denen vor allem die Energiewirtschaft gehört, energisch anzupacken, jagt man in Österreich staatsrechtlichen Träumen nach, verliert sich in nationalen und parteipolitischen Zänkereien und das Übrige geht im Widerstreit behördlicher Kompetenzen verloren.

Ein Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften.

Von Dr. techn. Ing. **M. Vidmar**, Wien.

(Schluß von Heft 5, Seite 52.)

Nach diesen Darlegungen erscheint es zulässig, auf dem oben betretenen Wege auch die mittlere Temperatur des Spuleninnern zu berechnen.

Wenn wir auf die Gleichung 2) zurückgreifen, so bekommen wir nicht nur das ganze innere Temperaturgefälle, sondern auch den Temperaturunterschied zwischen irgend einem Punkt des Stromfadens und dem heißesten Punkt. Für die Stelle x (Abb. 1) erhalten wir so den Ausdruck

$$t = t_i - \frac{w}{6\lambda} x^2 \cdot \left[1 + \frac{2}{1 + a\,x}\right] {}^0\mathrm{C} \quad . \quad . \quad 5).$$

Das gesuchte mittlere Gefälle des Stromfadens ist offenbar durch die Gleichung:

$$t_m = \frac{\int_0^1 t\,(1 + a\,x)^2\,d\,x}{\int_0^1 (1 + a\,x)^2\,d\,x} \,{}^0\mathrm{C}$$

gegeben. Mit Benutzung der Gleichung 5) bekommt man leicht

$$t_m = t_i - \frac{w}{6\,\lambda}\, l^2 \left[1 - \frac{\frac{2\,a^2\,1^2}{15}}{1 + a^1 + \frac{a^2\,1^2}{3}}\right]$$

oder mit

$$a\,l = \sqrt{y_0} - 1,$$

$$t_m = t_i - \frac{w}{6\,\lambda}\, l^2 \left[1 - \frac{2}{5} \cdot \frac{y_0 - 2\sqrt{y_0} + 1}{y_0 + \sqrt{y_0} + 1}\right].$$

Ersetzt man in dieser Beziehung das innere Gesamtgefälle t_i durch den in der Gleichung 2) festgesetzten Wert, so bekommt man das schließliche Resultat

$$t_m = \frac{w}{15\,\lambda}\, l^2 \left[1 + \frac{2\,y_0 + 5\sqrt{y_0} + 5}{\sqrt{y_0}\,(y_0 + \sqrt{y_0} + 1)}\right] \quad . \quad 6).$$

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 19.

Nun ist ein Vergleich der mittleren Übertemperatur des Wicklungskörpers mit der höchsten ohneweiters möglich. Es ist nämlich nach den beiden Gleichungen 2) und 6):

$$\frac{t_m}{t_i} = \frac{2}{5} \cdot \left[1 + \frac{3\,(1 + \sqrt{y})}{(2 + \sqrt{y})\,(1 + \sqrt{y + y})}\right].$$

Man findet unschwer heraus, daß die uns interessierende Verhältniszahl zwischen Grenzwerten eingeschlossen ist, die nicht sehr weit auseinanderliegen. Es kann nämlich:

$$\frac{2}{5} < \frac{t_m}{t_i} < \frac{2}{3}$$

sein, wenn y_0 Werte zwischen 1 und ∞ annimmt. Nimmt man aus diesem Grunde in jedem Falle an, daß das mittlere innere Temperaturgefälle gleich der Hälfte des höchsten ist, so geht man unbedingt sicher, macht aber trotzdem keine zu günstige Annahme.

Die hier gemachte Feststellung ist für eine Ergänzung der Erwärmungsvorschriften ungemein wertvoll. Wenn man sich darauf verlassen kann, daß die höchste innere Übertemperatur niemals größer werden kann als die doppelte mittlere, so kann man unbedenklich das mittlere innere Gefälle in den Kreis der Vorschriften ziehen und die bisher üblichen willkürlichen Annahmen beseitigen.

Unwillkürlich drängt sich die Frage auf, ob denn das mittlere innere Gefälle des Wicklungskörpers einwandfrei feststellbar ist. Die Widerstandsmessung gibt es natürlich nicht an, sie stellt nur das mittlere Gesamtgefälle, das vom Wicklungskörper verbraucht wird, fest. Dieses Gesamtgefälle zerfällt nun in einen äußeren und einen inneren Teil, und zwar nach keinem von vorherein festgesetzten Verhältnis. Es hängt ganz von der Größe der Oberfläche ab, die die Wärme an die Luft abgibt, ferner von der Heftigkeit des Luftstromes, wieviel °C an der Oberfläche der Wicklung notwendig sind, damit der Wärmestrom seine Last an den Luftstrom abladen kann. Meist allerdings weiß man, daß der Wärmeübergang vom Wicklungskörper in die Luft den Löwenanteil des gesamten Temperaturgefälles verbraucht. Oberflächentemperaturen von 50° C sind keine Seltenheiten. Dafür gibt es aber auch erheblich kleinere äußere Übertemperaturen, so daß man sich zu einer allgemeinen Annahme nicht entschließen darf.

Das außen verbrauchte Temperaturgefälle ist aber auf jeden Fall leicht meßbar. Man braucht an die heiße Oberfläche nur ein Thermometer anzulegen, um zu erfahren, wie die Erwärmungsverhältnisse stehen. Das gilt für alle Arten von Spulen, auch für die Spulenköpfe der in Nuten eingebetteten Wicklungen. In der Nut selbst ist zwar die Oberflächentemperatur der Spule nicht meßbar, aber gerade diese Temperatur kann auf andere Arten ersetzt werden.

Bleiben wir vorderhand bei der freien Spule des Transformators oder bei der Erregerspule des Gleichstromerzeugers, so sehen wir ganz klar, wie wir der Gefahrübertemperatur nachforschen können. Die Widerstandsmessung gibt das mittlere Gesamttemperaturgefälle, die Thermometermessung das außen verbrauchte Gefälle. Die Differenz beider muß offenbar dem mittleren inneren Gefälle entsprechen; wenn wir daher diese Differenz zum Resultat der Widerstandmessung dazuschlagen, so kommen wir zu einem Wert für die höchste Gesamtübertemperatur, der sicherlich in Wirk-

Digitized by Google

lichkeit nicht überschritten wird. Die Erwärmungsvorschriften könnten daher für die angeführten beiden Spulenarten einfach dahin ergänzt werden, daß nicht für die mittlere Gesamttemperatur eine Grenze festgesetzt würde, sondern für die Differenz der doppelten mittleren Gesamtübertemperatur und der Oberflächenübertemperatur.

Denkt man an die Spulen, die in Nuten liegen und von denen nur die Spulenköpfe zugänglich sind, so kommen wir zu einem ähnlichen Resultat. An der oben zitierten Stelle zeigt Arnold, daß die Temperatur im Kupfer von der Mitte der Nut bis zur Mitte des Spulenkopfes langsam abfällt. Wenn man daher in der Mitte des Spulenkopfes die mittlere Oberflächenübertemperatur mißt und sie mit der Widerstandsmessung vergleicht, so bekommt man ebenfalls einen Unterschied, von dem man annehmen kann, daß er die höchste Übertemperatur von der mittleren trennt. Ganz allgemein könnte man daher sowohl die Widerstandsmessung, als auch die Temperaturmessung an der kühlsten Stelle der Wicklungsoberfläche vorschreiben und die Differenz der doppelten mittleren Gesamtübertemperatur und der kleinsten Oberflächenübertemperatur begrenzen.

Dies wäre der neue Vorschlag. Er ist theoretisch begründet und praktisch verwertbar, weshalb er vielleicht verdient, ernstlich in Betracht gezogen zu werden. Die Sicherheit der alten Vorschriften wirft er in keiner Weise um, wohl aber ist er sehr geeignet in vielen Fällen neue Sicherheiten zu bringen. Vor allem aber schafft er die unangenehme Frage aus der Welt, ob eine Maschine, die den Vorschriften entspricht, wirklich einwandfrei ist oder nicht.

Die oben durchgeführte Rechnung gestattet uns einen Einblick in die Erwärmungsverhältnisse der elektrischen Maschinen, der vollauf genügt, um den Ernst des vorliegenden Problems voll erkennen zu lassen. Wir sind imstande, an Hand von Beispielen zu sehen, wie die einfache Widerstandsmessung versagen kann und wie wirklich notwendig eine Ergänzung der alten Erwärmungsvorschrift ist. Als Beispiel wählen wir einen kleinen Transformator mit konzentrischer Spulenanordnung, dessen Hochspannungswicklung außen liegt und durch einen Isolierzylinder nicht nur elektrisch, sondern auch kalorisch nach innen sehr gut abgedichtet ist. Wir wählen deshalb eine kleine Konstruktion, weil wir dadurch zu sehr dünnen Drähten und viellagigen Spulen kommen.

Beispiel.

Ein kleiner Trockentransformator, der für 10 kVA Leistung und 10 000 auf 390 V Spannung bei 50 Per/s entworfen wurde, bekam bei konzentrischer Spulenanordnung 48lagige Hochspannungsspulen aus 0·5 mm Runddraht, der isoliert 0·9 mm im Durchmesser hatte. Die Hochspannungswicklung hatte einen äußeren Durchmesser von 250 mm und beanspruchte auf der eisernen Säule eine Höhe von 300 mm. Sie entwickelte im Betriebe bei einer Stromdichte von 1·5 A/mm² eine Stromwärme von 150 W.

Mit der oben eingeführten Bezeichnung hätten wir zu setzen:

$$d = 0{\cdot}5 \text{ mm},$$
$$\delta = 0{\cdot}2 \text{ mm},$$
$$i = 1{\cdot}5 \text{ A/mm}^2$$

und

$$n = 48$$

nach der Gleichung 4) wäre mit diesen Werten ein höchstes inneres Temperaturgefälle von:

$$t_i = 10 \times 1{\cdot}5^2 \times 0{\cdot}5 \times 0{\cdot}2 \times \left(\frac{48}{10}\right)^2 = 52^0 \text{ C}$$

zu erwarten. Das mittlere Temperaturgefälle könnte im ungünstigsten Falle zwei Drittel davon, das heißt rund 35° ausmachen. Das außenverbrauchte Gefälle kann bei dem vorliegenden Transformator nicht sehr groß sein. Es stehen der äußeren Wicklung drei Kreiszylinderoberflächen von 250 mm Durchmesser und 300 mm Höhe zur Verfügung, das ist

$$3 \times 3{\cdot}0 \times 2{\cdot}5 \times 3{\cdot}14 = 70{\cdot}5 \text{ dm}^2.$$

Auf 1 dm² entfallen demnach:

$$\frac{150}{70{\cdot}5} = 2{\cdot}13 \text{ W},$$

was gewiß eine sehr niedrige Belastung ist. Sie dürfte mit etwa 22° C Oberflächentemperatur bewältigt werden können.

Der hier durchgerechnete Transformator entspricht zweifellos den jetzigen Erwärmungsvorschriften. Selbst wenn die mittlere innere Temperatur, so wie oben angenommen, 35° C erreicht, ist die mittlere Gesamtübertemperatur doch noch immer kleiner als 60° C. Sie beträgt nämlich:

$$35 + 22 = 57^0 \text{ C}.$$

Die höchste Übertemperatur beträgt aber:

$$52 + 22 = 74^0 \text{ C}.$$

Rechnet man so, wie es die Erwärmungsvorschriften tun, mit einer höchsten Außentemperatur von 35° C, so kommt man auf eine Höchsttemperatur von:

$$74 + 35 = 109^0 \text{ C},$$

die für die Baumwolle entschieden schon sehr gefährlich ist.

Trotzdem macht der Transformator nach den heutigen Begriffen einen durchaus harmlosen Eindruck. Die innere mittlere Übertemperatur wird natürlich nicht den oberen Grenzwert erreichen, sondern wird höchstwahrscheinlich in der Nähe von 30° C stehen bleiben. Die Widerstandsmessung zeigt dann die vollständig ungefährliche mittlere Erwärmung von 52° C an, so daß man leicht in die Versuchung kommt, dem Transformator eine höhere Last aufzulegen.

Nach dem neuen Vorschlag wäre ein Irrtum unmöglich. Die Widerstandsmessung würde 52° C zeigen, die Thermometermessung 22° C. Daraus müßte man auf eine Höchstübertemperatur von:

$$2 \times 52 - 22 = 82^0 \text{ C}$$

schließen, während man nur:

$$105 - 35 = 70^0 \text{ C}$$

erlauben könnte. Der Transformator wäre sofort verurteilt und die Verbrennungsgefahr gebannt.

Der neue Vorschlag zur Ergänzung der bestehenden Erwärmungsvorschriften muß noch einen Punkt aufklären, an dem wir bisher vorbeigegangen sind. Wir haben oben in der Rechnung bei der Bestimmung des Ersatzkörpers nur die Drahtisolation berücksichtigt, nicht aber auch die Spulenisolation. Es ist bekannt, daß die Spulenisolation mitunter ganz erheblich am Verbrauch des Temperaturgefälles teilnimmt. Man kann annehmen, daß bei einer Wärmebelastung von 1 W pro dm² jedes mm der Spulenisolation 1° C verbraucht. Nun sind Wärmebelastungen bis zu 6 W pro dm² keine Seltenheit und die Isolation

Digitized by Google

nimmt zuweilen sogar mehr als 1 mm in Anspruch. Getränkte Spulen verbessern natürlich auch die Leitfähigkeit der Spulenwand. Bei ihnen wird der Verbrauch an Temperaturgefälle nur noch halb so groß. Immerhin kann die Spulenisolation bis zu 5° C für sich in Anspruch nehmen und damit das gesamte Temperaturgefälle vergrößern.

Mißt man mit dem Thermometer die Oberflächenübertemperatur und vergleicht sie mit dem Resultat der Widerstandsmessung, so nimmt man das in der Spulenwand verbrauchte Gefälle mit in die Rechnung. Bei der Verdopplung der Differenz wird natürlich dieses Zusatzgefälle unrichtigerweise mitverdoppelt, so daß die Vorschrift unter Umständen zu hart werden kann. Zwei Auswege bleiben offen. Entweder man nimmt die zweite Verschärfung mit in Kauf, so wie man vorsichtshalber das mittlere innere Gefälle der Hälfte des höchsten gleich angenommen hat und schafft sich dadurch eine weitere Sicherheit oder denkt an beide Sicherheitsmaßregeln und schiebt die Erwärmungsgrenze von 105 auf 110° hinauf.

Der zweite Ausweg scheint sich in erster Linie zu empfehlen. Man kann ihn ja schließlich auch in die Form kleiden, daß man die höchste Außentemperatur mit 30° C statt mit 35 annimmt. Faßt man ihn so auf, dann erscheint er ohneweiters als einwandfrei, denn die Außentemperatur von 35° C kommt verhältnismäßig doch selten vor. Mit fast absoluter Sicherheit kann man aber annehmen, daß die beiden Vereinfachungen, die wir oben erwähnt haben, mehr als 5° C ausmachen, so daß von einer wirklichen Erleichterung der Erwärmungsvorschriften nicht die Rede sein kann.

Es ist nicht uninteressant, den Umstand zu beachten, daß der neue Vorschlag zur Ergänzung der Erwärmungsvorschriften im Grunde genommen gar nicht neu ist. Die heutigen Erwärmungsvorschriften haben ihn an einer besonderen Stelle bereits verwertet und unschwer erkennt man bei der Betrachtung dieser besonderen Vorschrift, daß es sich im Wesen eigentlich um dasselbe handelt, das wir hier vorgebracht haben. Wir denken an den Öltransformator, bei dem schon heute nicht nur die Widerstandsmessung, sondern auch die Messung der Öltemperatur vorgeschrieben ist. Die Vorschrift geht natürlich nicht soweit, um auch alle die hier geforderten Konsequenzen zu ziehen. Sie müßte natürlich aus der Öltübertemperatur und aus dem Resultat der Widerstandsmessung ebenfalls auf die höchste Temperatur im Kupfer zurückschließen und diese begrenzen. Selbst dann aber würde sie das Temperaturgefälle an der Oberfläche der Spulen mitmessen und würde auf diese Art nicht das hier vorgeschlagene einfache Verfahren erlauben.

Die heutige Erwärmungsvorschrift für den Öltransformator ist eine Andeutung des neuen Vorschlages, aber sie erfüllt ihn nicht ganz. Es ist allerdings nicht zu leugnen, daß gerade der Öltransformator dem neuen Vorschlag gegenüber einen erheblich schwierigeren Standpunkt einnimmt, als alle anderen Maschinenarten, die wir kennen. Beim Öltransformator kann nämlich die Temperatur an der Oberfläche der Spulen nicht sehr leicht gemessen werden, weil das Öl und der Kasten den Zutritt erschweren. Vielleicht ist es aus diesem Grunde ratsam, bei den heutigen Bestimmungen stehen zu bleiben und sich mit der Messung der Öltübertemperatur und der Widerstandsmessung zu begnügen. Die jetzige Vorschrift für den Öltransformator ist ja ohnehin die sorgfältigste des Elektromaschinenbaues, sie kann auch dann noch beibehalten werden, wenn die übrigen ergänzt werden.

Die neue Regelung der Erwärmungsvorschriften drängt. Die Entwicklung des Elektromaschinenbaues fängt an, unter dem Joche der alten Sicherheitsgesetze zu leiden. Es ist leicht einzusehen, woher das kommt. Die Bestrebungen, immer größere Leistungen in einer Maschine unterzubringen, führten dazu, daß die Erwärmungsverhältnisse immer schwieriger wurden. Vergrößert man die Abmessungen einer Maschine, so wachsen die Gewichte mit der dritten Potenz, die Oberfläche dagegen nur mit der zweiten Potenz der Abmessungen. Da nun bei gleichbleibenden elektromagnetischen Beanspruchungen die Verluste ebenso zunehmen, wie die Gewichte, muß die Oberfläche mehr und mehr das gesamte Temperaturgefälle für sich in Anspruch nehmen. Alle die künstlichen Kühleinrichtungen helfen darüber nicht hinweg, der Großmaschinenbau ist dadurch gekennzeichnet, daß das innere Temperaturgefälle nur noch sehr klein ist.

Wenn bei einer großen Maschine die mittlere Kupferübertemperatur durch veraltete Anschauungen auf derselben Höhe gehalten wird, wie bei ganz kleinen Konstruktionen, dann kann die Entwicklung nicht so rasch fortschreiten wie sie sollte. Die höchste Kupfertemperatur liegt oft nur noch einige wenige Grade über der mittleren. Es ist deshalb natürlich, daß die Verbrennungsgefahr noch weit entfernt ist, wenn die Vorschrift eingehalten wird, wie es natürlich ist, daß bei ganz kleinen Maschinen die Verbrennungsgefahr schon da ist, obwohl die Vorschriften reichlich eingehalten werden. Großtransformatoren haben eine höchste Kupfertemperatur, die sich von der mittleren praktisch überhaupt nicht mehr unterscheidet. Und beim großen Turbogenerator geht die Wärme der Nut schon fast ausschließlich direkt in die Nutenwand. Die alten Grenzen müssen unbedingt niedergerissen werden, damit nicht zum Nachteil der Volkswirtschaft gewaltige Stoffmengen unausgenutzt in modernen Betrieben arbeiten müssen.

Zusammenfassung.

Es wird auf die Unzulänglichkeit der bestehenden Erwärmungsvorschriften des Elektromaschinenbaues hingewiesen und der Versuch gemacht, sie derart zu ergänzen, daß sie ihr Ziel tatsächlich erreichen. Es handelt sich nicht um die mittlere Übertemperatur im Kupfer, sondern um die höchste, folglich muß die Ergänzung der Vorschriften dort unternommen werden, wo der Übergang von der einen Temperatur zur anderen vorgenommen wird. Jeder einzelne Fall muß den Rückweg von den Meßwerten zur unmeßbaren Gefahrtemperatur für sich zurücklegen. Daß dies möglich ist, wird an Hand einer rechnerischen Verfolgung der inneren Erwärmungsvorgänge nachgewiesen, wobei es sich auch herausstellt, daß zwischen der mittleren inneren Übertemperatur und der höchsten ein allgemeiner Zusammenhang besteht.

Damit ist die Begründung des neuen Vorschlages, der neben die Widerstandsmessung auch noch die Messung der Oberflächenübertemperatur der Wicklung stellt, durchgeführt und es wird an Hand eines Beispieles aus der Praxis gezeigt, wie sehr die alten Vorschriften ergänzungsbedürftig sind. Schließlich wird nach Berücksichtigung einiger Einzelheiten noch darauf hingewiesen, daß die Ergänzung der bestehenden Vorschriften mit dem Fortschreiten des Großmaschinenbaues bereits eine dringende Notwendigkeit geworden ist.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrischer Betrieb von Eimerbaggern. H. Hermanns. Die von einem Fachwerksausleger getragene Eimerkette ist in der Höhenlage durch ein Windwerk verstellbar. Beim Übergang des Eimers über die vordere Umführungsscheibe (die so wie die hintere als Polygon ausgebildet ist), auf deren Seiten sich die Eimerkette auflegt, kommt die Grabwirkung zustande. Das Verfahren des Baggers und die Bewegung der Eimerkette erfolgen gleichzeitig. die Höheneinstellung der Eimerleiter geht der eigentlichen Baggerarbeit voraus. In dem auf dem Bagger vorgesehenen Maschinenhaus ist der Motor mit dem Wechselgetriebe eingebaut, durch das der Motor auf die verschiedenen Baggerbewegungen geschaltet wird. Einzelnantrieb für jede Bewegung ist beim Baggerbetrieb nicht üblich, würde auch keine erhöhte Leistung mit sich bringen. Der Betriebsstrom (Gleichstrom) wird durch ein loses, von einer Trommel getragenes Panzerkabel zugeführt, oder von blanken Schleifleitungen abgenommen; diese sind auf Masten montiert, die mit der dreigeleisigen Baggerfahrbahn gleichzeitig verschoben werden. Das Baggergerüst ist portalartig ausgeführt, die zu beladenden Abraumwagen werden im Durchfahrtsprofil gefüllt. Auf der einen Seite desselben ist die Eimerleiter auf der anderen die motorische Antriebseinrichtung als Gegengewicht eingebaut. Solche Eimerbagger, die besonders für Tagbau in Braunkohlenlagern sich eignen, werden von der Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft ausgeführt. Der Eimerbagger der Maschinenfabrik Buckau weist ein besonderes Gegengewicht auf, durch das das Gewicht der Eimerleiter soweit ausgeglichen ist, daß zu ihrer Verstellung ein Windwerk sich erübrigt. Die Bagger werden mit Gleichstrom von 500 bis 600 V betrieben, eventuell muß ein Umformerwerk vorgesehen sein, das auch Gleichstrom für die Abraumbahn liefert. Für die letztere muß die Leitungsanlage so einfach wie möglich ausgeführt sein. Auf der geraden Strecke werden die Drähte (zumeist 100 mm² Querschnitt) auf eisernen Auslegern, in den Kurven auf ganz geschlossenen Jochen befestigt, die mit dem Geleise verbunden und mit diesem zusammen verschoben werden; Spanngewichte an den Endpunkten halten den Fahrdraht gespannt. Für die Beförderung der Abraumwagen sind Drehgestellokomotiven in Verwendung. Bei der Beurteilung, ob Dampf- oder elektrische Antriebe für Eimerbagger vorzuziehen ist, kommen nicht allein die Kosten für die Betriebskraft in Betracht. Selbst wenn diese beim elektrischen Betrieb größer sein sollten, muß der Vorteil der einfacheren Bedienung — die nur einen Mann, den Baggermeister, erfordert, gegenüber zwei Mann, Maschinenwärter und Heizer, beim Dampfbetrieb — ferner die Unbequemlichkeiten des Kesselbetriebes, die geringe Übersichtlichkeit der Dampfbaggereinrichtung, die stete Betriebsbereitschaft des elektrischen Baggers u. a. m., in Berücksichtigung gezogen werden. Eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung wird sich stets nur für einen bestimmten Fall anstellen lassen. (E. T. Z. 38, Heft 42, 1917.)

Elektrische Apparate.

Berechnung der Selbstinduktion von eisenfreien Drosselspulen. M. Korndörfer. Da die von Stefan und von Spielrein angegebenen genauen Berechnungsformeln umständliche Rechenoperationen erfordern, gibt der Verfasser eine empirische einfache Formel zur Berechnung der Induktivität an. Wenn bei einer eisenfreien Drosselspule mit z-Windungen D der mittlere Spulendurchmesser, U der Umfang des Spulenquerschnittes in cm bedeuten, so ist der Selbstinduktionskoeffizient

$L = 10{\cdot}5\, z^2\, D \sqrt[4]{(D/U)^3}$ cm für Werte von $D/U < 1$ und

$L = 10{\cdot}5\, z^2\, D \sqrt{D/U}$ cm für Werte zwischen 1 und etwa 3.

Für $D = U$ gehen beide Formeln in $L = 10{\cdot}5 \,.\, z^2 \,.\, D$ über.

Bezeichnet α die Zahl der AW pro 1 cm² Spulenquerschnitt ($\alpha = 100$ bei Spulen ohne Kühlkanälen und $\alpha = 32$ bei gekühlten Spulen), β das Verhältnis von Spulendurchmesser zur radialen Spulenausdehnung r, ferner γ das Verhältnis von Spulendurchmesser zur axialen Spulenausdehnung a und ist $N = \sqrt[5]{\frac{L i^2}{\alpha^2 \gamma^2}}$, so ist für eine gegebene Spule mit der Induktivität L und der Strombelastung i in Amper der Radius r in cm

$$r = 0{\cdot}693 \sqrt[20]{\frac{(1+\gamma)^3}{\beta^7}} \,.\, N \text{ für } D < U \quad \ldots\ldots 1),$$

$$r = 0{\cdot}67 \sqrt[10]{\frac{1+\gamma}{\beta^3}} \,.\, N \text{ für } D > U \quad \ldots\ldots 2),$$

$$r = 0{\cdot}625 \sqrt[5]{\frac{1}{\beta}} \,.\, N \text{ für } D = U \quad \ldots\ldots 3).$$

Für Scheibenspulen und $D < U$ gilt Gleichung 2).
(E. T. Z. 38, Heft 44, 1917.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Die elektrothermischen Verfahren bei der Glaserzeugung beschreibt J. Escard. Das Glas stellt bei gewöhnlicher Temperatur einen Isolator dar, im geschmolzenen Zustande wird es jedoch zu einem Leiter, so daß es im elektrischen Ofen leicht erhalten werden kann. Die ersten Versuche über die elektrothermische Glaserzeugung führte 1881 Reich aus, indem er das pulverförmige Rohgemenge auf ein elektrisch erhitztes Metallsieb fallen ließ. Im Jahre 1896 hat Askenasy dünne Glasschichten auf Steinen mittels elektrischer Lichtbögen geschmolzen, aber erst 1899 wurde in Köln a. Rh. die erste Gesellschaft für die fabriksmäßige Glaserzeugung im elektrischen Ofen gegründet. Bei dem hiezu benutzten Ofen von Becker wird der Glassatz der Wanne durch einen Kanal zugeführt, in dem zwischen drei Elektrodenpaaren Lichtbögen gebildet werden. Ein anderer Becker-Ofen benutzt Jablochkoffsche Kerzen. Leider wird bei diesen Öfen das Glas immer durch die Elektrodenkohle mehr oder weniger verunreinigt. Dieser Mangel ist bei dem Tiegelofen von Bronn beseitigt, bei dem der Tiegel von einer elektrisch erhitzten Mauer ringförmig umgeben ist. Der Wirkungsgrad dieser Öfen ist besser als der der Flammenbogenöfen.

Einen Widerstandsofen stellt auch der Ofen von Sauvageon dar, der sowohl als Tiegelofen (Abb. 1) als auch als Wannenofen gebaut wird. Die aus Kohle oder Metall bestehenden Elektroden E, E' werden mit Einphasenstrom gespeist. Der Ofen für etwa 450 kg Glas verbraucht 100 bis 150 kW und erreicht eine Temperatur von 1425°. Der elektrisch beheizte Ofenteil befindet sich außerhalb des Arbeitsraumes, so daß die Arbeiter hiedurch in keiner Weise gefährdet werden. Für die Erzeugung gewöhnlicher Glassorten schlägt Verfasser die Benutzung einer Wanne vor, die durch zwei obere und zwei Bodenelektroden geheizt wird.

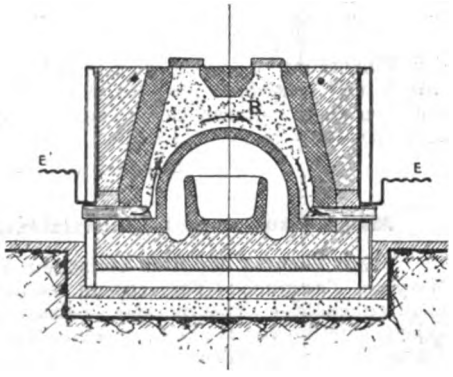


Abb. 1.

Der andere Teil der Abhandlung beschäftigt sich mit den Eigenschaften und der Herstellung von geschmolzenem Quarz. Geschmolzener Quarz ist sehr unempfindlich gegenüber plötzlichen Temperaturveränderungen. Sein thermischer Ausdehnungskoeffizient zwischen 0 und 1000° C beträgt nur $0{\cdot}386 \,.\, 10^{-6}$. Gegen die meisten chemischen Stoffe ist er widerstandsfähig. Der Schmelzpunkt des Quarzes liegt zwischen 1750 und 1800°; bei 1500° wird Quarz jedoch bereits teigartig. Seine Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen befähigt ihn zur Herstellung besonderer Lampen für technische und therapeutische Zwecke. Geschmolzener Quarz ist ein sehr wichtiger Isolator. Sein spezifischer Widerstand beträgt bei 150° C mehr als $200 \,.\, 10^6$ Megohm (Glas nur $0{\cdot}5 \,.\, 10^6$) und bei 450° C, wo der Widerstand des Glases schon auf Null sinkt, ist der elektrische Widerstand des Quarzes noch über 50 000 Megohm. Die elektrostatische Festigkeit übersteigt 25 000 V/mm. Da er ganz unhygroskopisch ist, ist die Entstehung von Oberflächenströmen ausgeschlossen. Besonders gut hat sich geschmolzener Quarz in den elektrischen Zündkerzen der Verbrennungskraftmaschinen als Ersatz des brüchigen Porzellans bewährt. Es bestehen zwei Arten geschmolzenen Quarzes: undurchsichtiger und durchsichtiger. Für Gegenstände, wie Rohre, Leitungen usw., die keine besondere Durchsichtigkeit erfordern, wird als Ausgangsmaterial reiner Quarzsand genommen. Zur Herstellung dient ein elektrischer Widerstandsofen, dessen Innengestell oft der Form des fertigen Gegenstandes entspricht. In der Achsenrichtung geht ein mit Öffnungen versehenes Kohlenrohr hindurch, das elektrisch hoch erhitzt wird. Wenn der dasselbe umgebende Quarzsand geschmolzen ist, wird der ungeschmolzene Überschuß entfernt und die geschmolzene Schichte durch einen starken Luftstrom von dem Kohlenrohr weggeblasen und an die Ofenwände gedrückt. Bei dem englischen Ofen von Bottomley und Pajet wird der Behälter von oben durch eine im Stromkreis eingespannte Graphitplatte

Digitized by Google

erhitzt. Die Erzeugung von durchsichtigem Quarz ist viel empfindlicher und erfordert reinen Bergkristall. Bei dem hiezu dienenden Verfahren von Billon-Daguerre wird der Ofen (Abb. 2) mit Dreiphasenstrom von 1000 A und 60 V gespeist. Der Tiegel *A* besteht aus einem Gemisch von Graphit und Karborundum, reinem Graphit oder Magnesia und ist in körnigem Retortengraphit eingebettet. Der obere Teil *a* wird mit Quarz beschickt und durch den Deckel *s* verschlossen. Der Raum *b* ist kleiner und kann im Bedarfsfalle durch einen feuerfesten Schieber abgetrennt werden.

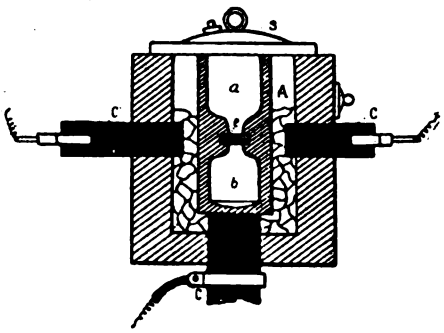


Abb. 2.

Die in *a* geschmolzene Masse fließt nach *b*, wo sie noch flüssiger wird. Drei Elektroden *C'* entsprechen den drei Phasen des Stromes, während die Bodenelektrode *C* mit dem neutralen Punkt der Sternschaltung verbunden ist. Die sogenannten Quarzgläser sind kein reiner Quarz, sondern enthalten verschiedene Zusätze. Hieher gehört auch die gleichfalls im elektrischen Ofen erzeugte und zur Trennung von Akkumulatorelektroden benutzte Bergkristallwolle. Durch einen Zusatz von Titan- oder Zirkoniumoxyd erhält man „Siloxyde", die weniger zur Entglasung neigen als reiner Quarz. Titan-Siloxyde sind bläulich weiß, die Zirkon-Siloxyde gelblich; beide widerstehen der Einwirkung basischer Metalloxyde. Als „Silberquarz" oder „Argentan" bezeichnet man perlmutterartig glänzenden, undurchsichtigen geschmolzenen Quarz, aus dem dekorative Gegenstände oder Isolatoren hergestellt werden.

(L'Industrie Electrique, 10. Nov. 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung*). Ulfilas Meyer, Telegraphen-Versuchsamt, Berlin. Unter den Versuchen, eine stichhältige Theorie der dielektrischen Nachwirkung zu geben, sind die von Pellat und von Maxwell die wichtigsten, deren erste rein phänomenologisch ist, während die zweite auf der Annahme von Inhomogenitäten in den Dielektriken beruht. Nach Pellat ist die dielektrische Verschiebung $\mathfrak{D}$ nicht einfach proportional der Feldstärke $\mathfrak{E}$, sondern hängt auch von der Zeit t ab, die seit einer Änderung von $\mathfrak{E}$ verflossen ist. Bezeichnet man mit ε die Dielektrizitätskonstante, mit k einen Proportionalitätsfaktor und mit T eine Konstante (die sogenannte Zeitkonstante), so ist nach Pellat

$$\mathfrak{D} = \frac{\varepsilon \mathfrak{E}}{4\pi c^2}\left[1 + k\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right)\right].$$

Die Folgerungen der Theorie entsprechen nicht genau den Messungsergebnissen und Schweidler hat daher angenommen, daß sich die Verschiebung $\mathfrak{D}$ aus mehreren Gliedern der Pellatschen Form zusammensetzt:

$$\mathfrak{D} = \frac{\varepsilon \mathfrak{E}}{4\pi c^2}\left[1 + \Sigma k_n\left(1 - e^{-\frac{t}{T_n}}\right)\right].$$

Diese Verbesserung gestattete eine befriedigende Darstellung der Beobachtungen, allerdings unter Heranziehung ziemlich vieler Glieder, so daß angesichts der großen Zahl beliebig wählbarer Konstanten die Übereinstimmung nicht als beweisend gelten konnte. K. W. Wagner ist es nun gelungen, durch eine glückliche Annahme die Zahl der Konstanten wieder erheblich zu verringern, wobei die Übereinstimmung mit den Beobachtungen sich noch erhöht. Nach Wagner kommen alle Werte der Zeitkonstanten T von 0 bis ∞ vor, doch ordnen sie sich in gesetzmäßiger Weise um einen wahrscheinlichsten Wert T_0, wobei die Faktoren k ein Maß der Wahrscheinlichkeit des zugehörigen T bilden. Indem Wagner die weiteren Untersuchungen nach dem Vorbilde der Wiechertschen Theorie der elastischen Nachwirkung auf ein der Wahrscheinlichkeitsrechnung entnommenes Verteilungsgesetz für die Zeitkonstanten gründet, gelangt er schließlich zu dem Ansatz

$$\mathfrak{D} = \frac{\varepsilon \mathfrak{E}}{4\pi c^2}\left[1 + \psi(o) - \psi(t)\right],$$

worin

$$\psi(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{k\,b}{\sqrt{\pi}}\, e^{-b^2 z^2} - \frac{t}{T_0} \cdot e^{-z}\, dz$$

und $z = \log\text{nat}\,\frac{T}{T_0}$ ist.

Hier sind nur mehr drei Konstanten, k, b und T_0 vorhanden.

Was nun die Maxwellsche Theorie angelangt, für die der Umstand spricht, daß bei den aus einem Gemenge verschiedener Stoffe bestehenden Dielektriken die Nachwirkungserscheinungen am stärksten auftreten, so gelangt man mit ihrer Hilfe zu genau demselben Ansatze, wie ihn Pellat gegeben hat, nur mit dem wesentlichen Unterschied, daß die Konstanten eine gewisse Deutung finden. Da jedoch, wie gesagt, die reine Pellatsche Theorie den Messungsergebnissen nicht entspricht, so wären auch an der Maxwellschen Theorie die Verbesserungen nach Schweidler und Wagner anzubringen. Die Durchführung dieser Kombination stößt aber auf außerordentliche mathematische Schwierigkeiten. Wenn es also auch nicht möglich ist, mit Hilfe der Maxwellschen Theorie eine befriedigende Darstellung der beobachteten Nachwirkungserscheinungen zu geben, so hat Meyer doch dadurch eine gewisse Nachprüfung der Theorie erreicht, daß er untersuchte, ob die beobachteten Nachwirkungserscheinungen mit den wahrscheinlichen Werten der Materialkonstanten der reinen Substanzen unter Zugrundelegung der Maxwellschen Formeln vereinbar sind. Er konnte nachweisen, daß die auf Grund der Maxwellschen Annahmen aus der Größe der beobachteten Erscheinungen abgeschätzten reinen Materialkonstanten mit den aus direkten Messungen gewonnenen Werten übereinstimmen. Auf diesem Wege scheint eine neue Stütze der Maxwellschen Theorie geschaffen und Licht auf die Ursachen der Nachwirkungsvorgänge geworfen zu sein.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. 19. 139, 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 375; 1914, Seiten 19, 381; 1915, Seite 162; 1916, Seite 314.

Vereins-Nachrichten.

Vorträge.

Vortrag über den Elektrizitätsgesetz-Entwurf.

Der Elektrotechnische Verein, die vereinigten Fachgruppen für Elektrotechnik, Verwaltungs- und Wirtschaftstechnik und der Bau- und Eisenbahningenieure des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines und der Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie veranstalten Donnerstag den 21. Februar d. J., halb 7 Uhr abends, im großen Saale des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien I, Eschenbachgasse 9, einen Vortragsabend, wobei Herr Sektionschef Dr. Arnold v. Krasny einen Vortrag „Der Entwurf eines Gesetzes über Elektrizitätswirtschaft" halten wird.

Es ist beabsichtigt, über das Thema einen eigenen Diskussionsabend abzuhalten. Jene Herren, welche sich an der Diskussion beteiligen wollen, mögen dies ehebaldigst dem Vereinssekretariat mitteilen

Elektrotechnischer Verein in Wien und Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Es ist ein Vortrag des Herrn Ingenieur Ladislaus v. Verebely: „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien" und ein Vortrag des Herrn Ing. Gustav Seeliger, k. k. Ministerialrat im Ministerium für öffentliche Arbeiten, in Aussicht genommen; in dem letzteren Vortrage soll eine umfassende Übersicht über die effektiv verfügbaren Wasserkräfte in Österreich auf Grund amtlicher Daten gegeben werden.

Die Vereinsleitung.

Fachgruppe für Elektrotechnik des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines in Wien.

Der in Heft 4, Seite 48, angekündigte Vortrag des Herrn Direktor Ing. K. Straszewski findet am **Dienstag**, den 12. Februar **halb 7 Uhr** abends statt.

Digitized by Google

Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft.

Der Ministerpräsident Dr. v. Seidler hat im September vorigen Jahres im Abgeordnetenhause eine Regierungsaktion zur Elektrizitätsversorgung Österreichs im Zusammenhange mit der Ausnutzung der Wasserkräfte in Aussicht gestellt. Als Mittel zur Durchführung dieses Programmes wurde die Umgestaltung unserer Wasserwirtschaft und die gesetzliche Regelung der Elektrizitätswirtschaft angegeben sowie die baldige Vorlage der bezüglichen Gesetzentwürfe angekündigt.

Die Regierung hat nunmehr dem Abgeordnetenhause am 5. Februar 1918 den Entwurf eines Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft vorgelegt.

Wir bringen diesen Gesetzentwurf nachfolgend zur Veröffentlichung und ersuchen unsere Mitglieder, Anträge hiezu ehebaldigst an das Vereinssekretariat zu übermitteln. Die einlaufenden Äußerungen werden hierauf dem vom Vereinsausschusse für die Beratung und Begutachtung des Gesetzentwurfes eingesetzten Komitee vorgelegt werden.

Die Vereinsleitung.

I. Hauptstück.

Allgemeine Bestimmungen.

§ 1.

1. Elektrizitätsunternehmungen im Sinne dieses Gesetzes sind Unternehmungen zur Erzeugung oder Verteilung elektrischer Energie zum Zwecke der Abgabe an Andere.

2. Elektrische Eigenanlagen im Sinne dieses Gesetzes sind Anlagen zur Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie für eigene Zwecke.

3. Telegraphenanlagen im Sinne dieses Gesetzes sind alle Anlagen zur Nachrichtenvermittlung mittels Elektrizität ohne Unterschied der Stromstärke und Stromspannung einschließlich der Funkentelegraphenanlagen.

II. Hauptstück.

A. Elektrizitätsunternehmungen.

§ 2.

Konzession.

1. Zur Gründung von Elektrizitätsunternehmungen ist die staatliche Bewilligung (Konzession) erforderlich.

2. Die Konzession kann nur verweigert werden, wenn die gesetzlichen Bedingungen nicht erfüllt werden oder überwiegende öffentliche Rücksichten entgegenstehen. Als solche sind namentlich anzusehen:

a) Rücksichten der Landesverteidigung,
b) Rücksichten der öffentlichen Sicherheit,
c) zwingende volkswirtschaftliche Rücksichten.

3. Bei Erteilung der Konzessionen für Elektrizitätsunternehmungen ist planmäßig vorzugehen und auf die zweckentsprechende Ausnutzung der vorhandenen Kraftquellen sowie die ausreichende und tunlichst einheitliche Versorgung des Wirtschaftsgebietes mit elektrischer Energie zu achten.

4. Die Konzession ist in der Regel auf die Dauer von 60 Jahren, zu erteilen. Konzessionen für Elektrizitätsunternehmungen, bei denen die Kapitalsbeschaffung und die Geschäftsführung durch einzelne öffentliche Körperschaften (Staat, Land, Bezirke, Gemeinden) oder Verbände derselben erfolgt (öffentliche Elektrizitätsunternehmungen), sind auf die Dauer von 90 Jahren zu erteilen; ebenso kann für Elektrizitätsunternehmungen, an deren Kapitale solche öffentliche Körperschaften in erheblichem Maße beteiligt sind und auf deren Geschäftsgebarung der Staatsverwaltung ein wirksamer Einfluß gesichert ist (gemischt-öffentliche Elektrizitätsunternehmungen), eine Konzessionsdauer von 90 Jahren zugebilligt werden.

§ 3.

Leitungsrechte.

1. Elektrizitätsunternehmungen steht das Recht zu, soweit dies zu Zwecken der Führung und Erhaltung ihres Leitungsnetzes auf Grundlage der behördlich genehmigten Pläne erforderlich ist, öffentliches Gut, öffentliche Verkehrswege, Eisenbahnen, öffentliche Gewässer sowie fremde Liegenschaften zu benutzen, wenn nicht überwiegende öffentliche Rücksichten, insbesondere solche der Landesverteidigung, entgegenstehen. Gebäude, Höfe, Haus- und sonstige eingefriedete Gärten, ferner Grundstücke, die gottesdienstlichen oder Friedhofszwecken dienen, können mit Leitungsrechten zwangsweise nicht belastet werden.

2. Der bestimmungsgemäße Gebrauch des öffentlichen Gutes der öffentlichen Verkehrswege der militärischen oder sonstigen öffentlichen Zwecken dienenden Grundstücke und der darauf bestehenden Objekte, sowie der Betrieb der öffentlichen Eisenbahnen und der öffentlichen Schiffahrt dürfen durch diese Benutzung nicht beeinträchtigt werden. Die Eigentümer oder Gebrauchsberechtigten der belasteten fremden Liegenschaften dürfen in deren ordnungsgemäßem Gebrauche oder der Verfügung über dieselben nicht gehindert werden.

3. Notwendige Ausästungen an Baumpflanzungen sind vom Verfügungsberechtigten über Aufforderung der Unternehmung auf deren Kosten zu veranlassen; nur wenn dieser in angemessener Frist einer solchen Aufforderung nicht nachgekommen ist, kann die Unternehmung unter möglichster Schonung der Pflanzungen die Ausästung selbst vornehmen.

4. Die Verlegung bestehender Leitungen kann zugunsten neuer Unternehmungen auf deren Kosten nur verfügt werden, wenn die neuen Leitungsanlagen sonst überhaupt nicht oder nur mit einem unverhältnismäßigen Kostenaufwande möglich wären und die ältere Leitung anderweitig zweckentsprechend geführt werden kann.

5. Hervorragende Naturschönheiten, vom Standpunkte des Heimatschutzes und der Denkmalpflege wertvolle Ortsbilder, sowie geschichtlich oder künstlerisch bedeutende Baudenkmäler dürfen durch Leitungen der Elektrizitätsunternehmungen nicht verunstaltet werden; durch geschlossene Ortschaften dürfen Leitungen nur in einer die bauliche Anlage und Entwicklung nicht hemmenden Weise geführt werden.

6. Die Unternehmung hat bei Ausübung der Leitungsrechte mit größter Schonung und Rücksicht auf bestehende Rechte vorzugehen und alles vorzukehren, um Schädigungen zu vermeiden. Wenn der Eigentümer oder der sonst zu Änderungen an der Liegenschaft Berechtigte der Unternehmung ankündigt, daß er an der Liegenschaft oder an den darauf befindlichen Bauten oder Anlagen Änderungen vorzunehmen beabsichtige, die die Umgestaltung oder die Entfernung der Leitung erfordern, hat die Unternehmung die notwendigen Arbeiten auf ihre Kosten in angemessener Frist vorzunehmen, es sei denn, daß sie innerhalb 14 Tagen bei der politischen Bezirksbehörde oder, insoweit Eisenbahngrundstücke in Betracht kommen, bei der Eisenbahnbehörde nachweist, daß das Verlangen durch die Eigenrechte des Belasteten (Absatz 2) nicht gerechtfertigt ist. Ungerechtfertigte Verzögerung verpflichtet die Unternehmung zur Schadloshaltung. Wird hingegen die angekündigte Änderung, zu deren Gunsten die Umgestaltung oder die Entfernung der Leitung vorgenommen wurde, schuldhafterweise nicht innerhalb eines Jahres nach Beendigung dieser Arbeiten begonnen und in angemessener Frist fortgesetzt und durchgeführt, so kann die Unternehmung vom Schuldtragenden den Ersatz der aufgewendeten Kosten und, wenn ihr vorsätzlich Schaden zugefügt worden ist, volle Genugtuung verlangen. Über den Entschädigungsanspruch, der innerhalb 6 Monaten geltend zu machen ist, entscheiden die ordentlichen Gerichte.

7. Den Eigentümern privater Liegenschaften ist, wenn sie dies im Genehmigungsverfahren verlangen, auf die Dauer der Belastung eine deren Maße entsprechende Vergütung zuzusprechen.

8. Für jeden vermögensrechtlichen Nachteil, welcher durch die Errichtung, den Betrieb, die Instandhaltung, Umgestaltung oder Entfernung der Leitungen verursacht wird, ist die Unternehmung Schadloshaltung zu leisten verpflichtet. Bei der Ermittlung der Entschädigung ist auch auf die durch die Leitungsanlagen den Nutzungs-, Gebrauchs- oder Bestandberechtigten verursachten Nachteile Rücksicht zu nehmen, für die der Eigentümer der Liegenschaft diesen gegenüber aufzukommen hat. Der Entschädigungsanspruch ist innerhalb 6 Monaten vom Tage, an dem der Schaden dem Eigentümer bekannt geworden ist, bei den ordentlichen Gerichten geltend zu

Digitized by Google

machen; er hemmt nicht den Beginn oder die Fortsetzung des Leitungsbaues. Rührt der Schaden zum Teil aus dem Verschulden des Eigentümers oder einer Person her, auf deren Ersatzansprüche gegen den Eigentümer bei Ermittlung der Entschädigung Rücksicht zu nehmen ist, so ist nur ein vom Richter unter Würdigung aller Umstände festzusetzender Teil des Schadens zu ersetzen.

9. Die vertragsmäßig oder auf Grund dieses Gesetzes eingeräumten Leitungsrechte sind schriftlich zu beurkunden, sind jedoch nicht Gegenstand abgesonderter grundbücherlicher Eintragung; ihre Ausübung kann nicht zur Ersitzung oder Verjährung führen.

§ 4.

Enteignung.

1. Elektrizitätsunternehmungen kann konzessionsmäßig das Recht eingeräumt werden, sofern die Leitungsrechte (§ 3) zu der technisch und wirtschaftlich zweckmäßigen oder aus Rücksichten der Landesverteidigung gebotenen Durchführung der behördlich genehmigten Pläne nachweisbar nicht hinreichen und die Überlassung hiezu erforderlichen fremden Eigentumes auf gütlichem Wege nicht zu erreichen ist, die Enteignung fremden Eigentumes in jenem Umfange in Anspruch zu nehmen, in dem dies für die Herstellung und den Betrieb ihrer Anlagen einschließlich der Kraftwerke, Unterstationen, des Verteilungs- und Leitungsnetzes und der Umformeranlagen unumgänglich erforderlich ist.

2. Gegenstand der Enteignung kann insbesondere sein: die Abtretung des Eigentums an Grundstücken und Gebäuden, die Einräumung von Dienstbarkeiten und anderen dinglichen Rechten an unbeweglichen Sachen, die Abtretung, Einschränkung und Aufhebung bestehender derartiger Rechte, die Duldung von Vorkehrungen, welche die Ausübung des Eigentumsrechtes einschränken.

3. Die Inanspruchnahme öffentlichen Gutes kann nur auf Einräumung dauernder Mitbenutzungsrechte, ohne Beeinträchtigung des Gemeingebrauches, gerichtet sein; die Enteignung von Grundstücken oder Gebäuden, die gottesdienstlichen oder Friedhofszwecken gewidmet sind, ist unzulässig; die Enteignung von Eisenbahngrundstücken oder von Grundstücken, die militärischen Zwecken dienen, kann sich nur auf solche Teile oder eine solche Verwendung derselben erstrecken, bezüglich deren von der Eisenbahnunternehmung mit Zustimmung der Eisenbahnaufsichtsbehörde oder von der Militärverwaltung im Enteignungsverfahren nicht Widerspruch erhoben wurde; die Rücksichten auf den Schutz von Naturschönheiten, Ortsbildern und bedeutenden Baudenkmälern sind auch bei der Enteignung zu wahren (§ 3, Abs. 5).

4. Im Enteignungserkenntnisse ist die Entschädigung vorläufig zu bestimmen. Wenn deren Betrag zu Gericht erlegt ist, kann der Vollzug des rechtskräftigen Enteignungserkenntnisses nicht gehindert werden. Doch kann die Partei, die sich durch die vorläufige Bestimmung der Entschädigung beschwert erachtet, binnen eines Jahres die gerichtliche Festsetzung nach den Vorschriften des Gesetzes vom 18. Februar 1878, RGBl. Nr. 30, über die Enteignung für Eisenbahnzwecke verlangen.

5. Die Entschädigung kann auch, wenn die Parteien sich hierüber einigen, in Abgabe von Kraft bestehen.

6. Inwieweit im übrigen das Gesetz über die Enteignung für Eisenbahnzwecke auf die Enteignung zugunsten der Elektrizitätsunternehmungen Anwendung zu finden habe, wird durch Verordnung geregelt.

§ 5.

Sicherung von Absatzgebieten.

1. Elektrizitätsunternehmungen kann zugesichert werden, daß während der Konzessionsdauer keine andere Unternehmung in dem in der Konzession bezeichneten Gebiete zur Abgabe elektrischer Energie zugelassen werden soll, wenn nicht nachgewiesen wird, daß die neue Unternehmung wichtigen öffentlichen Interessen dient oder durch Ausnutzung neuer oder bisher nicht voll erschlossener Kraftquellen Verbrauchsbedürfnisse zu befriedigen bestimmt ist, deren technisch und wirtschaftlich entsprechende Befriedigung die erste Unternehmung in angemessener Frist nicht sicherzustellen vermag.

2. Wenn eine öffentliche Körperschaft oder ein Verband von solchen Körperschaften bereits Betriebe besitzt, welche die Versorgung ihres Verwaltungsgebietes mit elektrischer Energie zu bewerkstelligen geeignet und bestimmt sind, oder wenn öffentliche Körperschaften oder deren Verbände zu diesem Zwecke die Benutzung der von ihnen verwalteten Verkehrswege einer Elektrizitätsunternehmung mit Ausschluß anderer Unternehmungen bereits vertragsmäßig eingeräumt haben, so ist innerhalb des Verwaltungsgebietes der betreffenden öffentlichen Körperschaften die Benutzung der von ihnen verwalteten Verkehrswege für die Leitungsanlagen einer neuen Elektrizitätsunternehmung, welche ebenfalls die entgeltliche Abgabe elektrischer Energie in jenem Gebiete beabsichtigt, gegen den Widerspruch dieser Körperschaften unzulässig. Doch kann auch durch solche Verwaltungsgebiete elektrische Energie ohne Abgabe an Dritte durchgeleitet werden.

§ 6.

Staatliche Elektrizitätsförderung.

1. Die Staatsbehörden sind verpflichtet, im Bereiche ihrer Verwaltungstätigkeit die Entstehung und die Wirksamkeit der Elektrizitätsunternehmungen in jeder mit den öffentlichen Interessen vereinbarlichen Weise zu fördern.

2. Elektrizitätsunternehmungen können konzessionsmäßig, wenn gewichtige staatliche oder volkswirtschaftliche Interessen dies erheischen, staatliche Begünstigungen eingeräumt werden, sofern der Staatsverwaltung eine entsprechende Vertretung in der Geschäftsleitung und ein wirksamer Einfluß auf die Geschäftsgebarung gesichert wird; insbesonders sind dies folgende Begünstigungen:

a) Die Staatsverwaltung kann sich an der Kapitalsbeschaffung, wenn ihr seitens der Unternehmung Aktien oder sonstige Kapitalsanteile überlassen werden, durch Beitragsleistung beteiligen.

b) Ebenso kann die Staatsverwaltung gegen Überlassung von Aktien oder sonstigen Kapitalsanteilen, wenn die Ausnutzung von Gewässern beabsichtigt wird, welche dem Staate zugehören, auf die Einhebung eines Wasserzinses verzichten, eine über das Maß der Leitungsrechte (§ 3) hinausreichende Benutzung staatlicher Straßen, Wege und Gewässer für die Anlagen der Unternehmung zugestehen, staatliches Grundeigentum an die Unternehmung abtreten oder zu deren Gunsten mit Dienstbarkeiten belasten oder sonstige Zugeständnisse hinsichtlich des Staatsgutes machen.

c) Die Staatsverwaltung kann der Unternehmung die Abnahme einer Mindestmenge elektrischer Energie unter den in der Konzessionsurkunde festzusetzenden Bedingungen und Preisen zusichern.

d) Die Staatsverwaltung kann die Verbindlichkeit übernehmen, für den Fall, als die jährlichen Betriebsüberschüsse der Unternehmung zur Bedeckung des Erfordernisses für die 4%ige Verzinsung sowie für die Tilgung des Anlagekapitals innerhalb der Konzessionsfrist nicht ausreichen sollten, rückzahlbare mit 4% verzinsliche Garantievorschüsse bis zu einem Teile jenes Erfordernisses an Verzinsung und Tilgung zu leisten, welches auf den bevorrechteten durch Ausgabe von Prioritätsobligationen, Prioritätsaktien oder durch Aufnahme eines Hypothekardarlehens zu beschaffenden, in der Konzession zu bestimmenden Teil des Anlagekapitals entfällt.

e) Die Staatsverwaltung kann sich verpflichten, zum Ausbau eines mehrere Elektrizitätsunternehmungen zusammenschließenden Leitungsnetzes beizutragen oder ein solches auf eigene Kosten zu errichten und den Elektrizitätsunternehmungen gegen entsprechendes Entgelt den Anschluß und die Mitbenutzung zu gestatten.

f) Die Staatsverwaltung kann der Unternehmung bereits in der Konzessionsurkunde die Bewilligung erteilen, eine Aktiengesellschaft zu bilden, sowie Teilschuldverschreibungen in einem bestimmten Betrage auszugeben. Die Ausgabe von Teilschuldverschreibungen kann auch Verbänden von Elektrizitätsunternehmungen oder Anstalten und Gesellschaften bewilligt werden, welche die Kapitalsbeschaffung für Elektrizitätsunternehmungen durchführen. Auf die auszugebenden Teilschuldverschreibungen finden die Vorschriften des Gesetzes vom 27. Dezember 1905, RGBl. Nr. 213, sinngemäße Anwendung. Für mündelsicher können die Teilschuldverschreibungen durch eine amtliche Kundmachung im Reichsgesetzblatte erklärt werden:

aa) wenn sie unter Haftung des Staates oder eines der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder ausgegeben werden und

bb) wenn für ihre vorzugsweise Deckung Hypothekarforderungen mit gesetzmäßiger Sicherheit oder Forderungen mit einem Zahlungs- oder Garantieversprechen des Staates oder eines der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder bestellt sind, und die zur Verzinsung und Tilgung der Teilschuldverschreibungen jeweils erforderlichen Beträge durch mindestens gleich hohe Forderungen der Unternehmung gedeckt und diese Forderungen spätestens zu den dem Bedarfe entsprechenden Terminen fällig sind.

g) Unter den durch Verordnung festzusetzenden Voraussetzungen kann Elektrizitätsunternehmungen die Stundung der Skala- und Prozentualgebühren, soweit die für einen Vertrag (eine bücherliche Eintragung) zu entrichtende Gebühr den Betrag von K 50 übersteigt, auf einen Zeitraum von höchstens 5 Jahren nach der Betriebseröffnung gewährt werden:

aa) für Verträge, durch die zugunsten dieser Unternehmungen die Abtretung von Grund und Boden oder von Wasserrechten, die Einräumung sonstiger dinglicher Rechte, die Beistellung von Bau- und Betriebsmaterialien, die Leistung von Zahlungen oder die Übernahme anderer Beitragsleistungen zugesichert wird oder die Bedingungen für die Benutzung von öffentlichem Gut oder Privatliegenschaften festgestellt werden;

bb) für Verträge zum Zwecke der Kapitalsbeschaffung, für die Ausgabe von Teilschuldverschreibungen, Aktien und Anteilscheinen mit Einschluß der Interimsscheine;

Digitized by Google

cc) für die aus den angeführten Anlässen erforderlichen bücherlichen Eintragungen.

h) Die Staatsverwaltung kann Elektrizitätsunternehmungen konzessionsmäßig die Begünstigung einräumen, daß die Beträge, welche von ihnen zur Verzinsung von nach dem 1. Jänner 1918 gegen hypothekarische Sicherstellung oder gegen Prioritätsobligationen oder sonstige Teilschuldverschreibungen aufgenommenen Darlehen verwendet werden, nur mit einem Fünftel ihres Gesamtbetrages in die Besteuerungsgrundlage der Erwerbsteuer nach dem 2. Hauptstücke des Gesetzes vom 25. Oktober 1896, RGBl. Nr. 220, einzubeziehen sind. Bei solchen Unternehmungen, die nicht als öffentliche Elektrizitätsunternehmungen im Sinne des § 2, Absatz 4, anzusehen sind, kann diese Begünstigung nur betreffs jenes Teiles der in den bezeichneten Formen aufgenommenen fremden Kapitalien zuerkannt werden, welcher 50 vom Hundert des in der Unternehmung tätigen, bilanzmäßig ausgewiesenen eigenen Kapitales nicht übersteigt. Die Begünstigung ist nicht zu gewähren, wenn die betreffenden Anlehen lediglich durch mittelbare oder unmittelbare Konvertierung aus Anlehen, die vor dem bezeichneten Termine aufgenommen worden sind, umgewandelt wurden.

§ 7.

Öffentliche Pflichten.

Die Elektrizitätsunternehmungen haben nach Maßgabe der in den Konzessionsurkunden zu treffenden näheren Bestimmungen nachstehende Obliegenheiten:

1. Die Unternehmungen sind verpflichtet, die dem Stande der Technik entsprechende, vollkommene und wirtschaftlich zweckmäßige Ausgestaltung ihrer Anlagen durchzuführen und jeweils aufrechtzuerhalten, insbesondere die erschlossenen Energiequellen im Rahmen technischer und wirtschaftlicher Zulässigkeit innerhalb der konzessionsmäßigen Fristen auszubauen und auszunutzen.

2. Sie sind verpflichtet, bei der inneren Einrichtung ihrer Kraftanlagen und Leitungen den von der Staatsverwaltung nach Anhörung der Elektrizitätskommission zu erlassenden, auf die möglichste technische Einheitlichkeit der Elektrizitätsanlagen innerhalb des Staatsgebietes abzielenden allgemeinen Vorschriften sich zu fügen und sich mit den benachbarten Unternehmungen über die technisch mögliche und zweckdienliche Gleichartigkeit der Anlagen und jene Vorkehrungen einzuverstehen, welche erforderlichenfalls gegenseitige Aushilfe und Unterstützung, insbesondere die Mitbenutzung des Leitungsnetzes, gegen angemessenen Ersatz ermöglichen.

3. Sie können verpflichtet werden, ein abgegrenztes Wirtschaftsgebiet innerhalb bestimmter Fristen nach einem ihrer Leistungsfähigkeit und dem Bedarfe angemessenen Ausbauplane mit elektrischer Energie zu versorgen und ihren Betrieb dauernd im vollen Umfange technischer und wirtschaftlicher Möglichkeit aufrechtzuhalten. Hiebei sind Bestimmungen zu treffen, unter welchen Bedingungen, insbesondere bei welcher Mindestabnahme und innerhalb welcher Kostengrenzen für die Zuleitungsanlagen, die Unternehmung verhalten ist, in dem ihr zugewiesenen Versorgungsgebiete nach Maßgabe ihrer Leistungsfähigkeit Energie an die sich meldenden Abnehmer abzugeben. Die Abgabe elektrischer Energie darf nicht zuungunsten einzelner Abnehmer, sofern diese sich allen für die gleiche Gattung von Abnehmern geltenden Bestimmungen und öffentlich bekanntgegebenen Verkaufsbedingungen zu unterwerfen bereit sind, an Sonderbedingungen geknüpft werden, welche diesen Abnehmern den geschäftlichen Wettbewerb erschweren oder sie sonst in drückender Weise vorweg belasten. Die Abgabe darf insbesondere nicht an die Bedingung geknüpft werden, die elektrischen Einrichtungen ausschließlich von bestimmten, der Elektrizitätsunternehmung genehmen Stellen zu beziehen oder die Installationsarbeiten von solchen ausführen zu lassen.

4. In die Konzessionsurkunden sind Bestimmungen über die Zusammensetzung der Geschäftsleitung und die allfällige Vertretung der Staatsverwaltung in derselben, über die Bedingungen der Zulässigkeit der Konzessionsübertragung und der Verschmelzung mit anderen Unternehmungen, sowie Vorschriften über die Rechnungsführung aufzunehmen. In letzteren sollen insbesondere die Berechnung und Nachweisung des ursprünglichen Anlagekapitals die Aufstellung der Bau- und Betriebsrechnung, die Zuschreibung von Ergänzungs- und Neuanlagen zum Anlagekapital, die Abschreibungen, die jährlichen Einlagen in die Reservefonds und den Erneuerungsfonds geregelt werden; der Erneuerungsfonds soll zu jeder Zeit dem vollen Betrage des durch Abnutzung oder andere Einwirkungen entstandenen materiellen Minderwertes der Anlagen und Einrichtungen entsprechen.

5. Den Elektrizitätsunternehmungen kann konzessionsmäßig die Verpflichtung auferlegt werden, im Interesse der Landesverteidigung bestimmte Vorsorgen zu treffen und für öffentliche Zwecke, insbesondere für Bedürfnisse des Staates oder anderer öffentlicher Körperschaften, elektrische Energie gegen entsprechendes Entgelt in bestimmtem Ausmaße zu liefern. Die Verpflichtung, elektrische Energie für diese Zwecke zur Verfügung zu halten, kann sich nur auf eine bestimmte Zeit nach der Betriebseröffnung und auf einen bestimmten Teil der gewinnbaren elektrischen Energie erstrecken. In einem solchen Falle kann die vorbehaltene Energiemenge, solange hievon für die öffentlichen Zwecke kein Gebrauch gemacht wird, für eine andere Verwendung abgegeben werden, unter der Bedingung, daß die hierüber abgeschlossenen Vereinbarungen nach Maßgabe der Inanspruchnahme der vorbehaltenen Energiemenge für öffentliche Zwecke erlöschen oder auf den zeitlich verfügbaren Überschuß dieser Energiemenge beschränkt sind.

6. Zur Ausfuhr elektrischer Energie nach dem Auslande ist eine besondere staatliche Bewilligung erforderlich.

§ 8.

Tarife.

Für die Tarifbildung gelten folgende Vorschriften:

1. Die allgemeinen Bestimmungen über die Stromabgabe sowie die Tarife sind mindestens drei Monate vor Inkrafttreten der Staatsverwaltung vorzulegen; erfolgt innerhalb zweier Monate kein Einspruch, so gelten diese Vorlagen als genehmigt; dasselbe gilt von Änderungen.

2. Die Staatsverwaltung kann in der Konzessionsurkunde Maximaltarife unter Berücksichtigung aller Umstände, insbesondere der von der Unternehmung vorgelegten Ertragsberechnung, der Bedürfnisse der Abnehmer und der Tarife sowie der finanziellen Erfolge gleichartiger Unternehmungen festsetzen.

3. Wenn das Reinerträgnis nach Ablauf von zwei Jahren seit der Betriebseröffnung in zwei aufeinander folgenden Geschäftsjahren nicht die in der Konzessionsurkunde zu bestimmende Mindesthöhe erreicht, so ist der Unternehmung auf ihr Verlangen eine entsprechende Regelung der Tarife vom nächsten Halbjahre ab zu bewilligen. Die erforderlichen Nachweise sind durch eine Betriebsrechnung und Bilanz zu erbringen, welche, wenn in der Konzessionsurkunde keine besonderen Vorschriften hierüber enthalten sind, bei den der öffentlichen Rechnungslegung unterliegenden Unternehmungen nach den Grundsätzen aufzustellen ist, wie sie im 2. Hauptstücke des Gesetzes vom 25. Oktober 1896, RGBl. Nr. 220, betreffend die direkten Personalsteuern, enthalten sind, jedoch mit der Abweichung, daß die Erwerbsteuer und die Zinsen von Teilschuldverschreibungen oder von Hypothekarschulden in Abzug zu bringen sind. Bei anderen Unternehmungen gelten die Grundsätze der §§ 159 bis 162 und 165 desselben Gesetzes.

4. Die Staatsverwaltung kann eine Tarifherabsetzung mit Wirkung vom nächsten Halbjahre ab verfügen, es sei denn, daß die Unternehmung in der angegebenen Art (Abs. 3) den Nachweis erbringt, daß das bezeichnete Reinerträgnis im Durchschnitte der abgelaufenen Geschäftsjahre nicht erreicht wurde.

5. Bei Tarifänderungen sind die Abnehmerkreise möglichst gleichmäßig zu berücksichtigen.

6. Bei Eintritt allgemeiner, durch außergewöhnliche Ereignisse verursachter Notstände innerhalb des Absatzgebietes der Unternehmung kann die Staatsverwaltung nach deren Anhörung die zeitlich beschränkte Gewährung besonders begünstigter Tarife an die notleidenden Abnehmer auftragen.

7. Die Tarife sind öffentlich bekannt zu machen; nähere Vorschriften darüber werden durch Verordnung erlassen werden.

§ 9.

Gewinnbeteiligung des Staates.

1. Die Staatsverwaltung hat sich konzessionsmäßig eine Gewinnbeteiligung gegenüber solchen Elektrizitätsunternehmungen vorzubehalten, welchen Rechte und Begünstigungen eingeräumt wurden, die im § 4 (Enteignung) oder § 5, Absatz 1 (Sicherung von Absatzgebieten) oder § 6, Absatz 2 (finanzielle Begünstigungen) dieses Gesetzes vorgesehen sind, oder denen die Ausnutzung öffentlicher Gewässer oder sonstiger dem Staate zugehöriger Energiequellen bewilligt wurde.

2. Den Elektrizitätsunternehmungen muß zum mindesten ein Reinerträgnis (§ 8, Abs. 3) von 6 vom Hundert des Unternehmungskapitals verbleiben; von dem Reinerträgnisse, welches mehr als 6 vom Hundert beträgt, aber 10 vom Hundert nicht übersteigt, ist der Statasverwaltung ein Drittel, von dem Reinerträgnisse, das 10 vom Hundert übersteigt, die Hälfte zu sichern.

3. Als Unternehmungskapital gelten bei Aktiengesellschaften, Aktienvereinen, Kommanditgesellschaften auf Aktien, Erwerbs- und Wirtschaftsgenossenschaften, sowie Gesellschaften m. b. H. die auf das Grundkapital (Aktienkapital, Genossenschaftsanteile, Stammeinlagen u. dgl.) von den Gesellschaftern tatsächlich eingezahlte Beträge, bei anderen Unternehmungen das in der Unternehmung tätige bilanzmäßig ausgewiesene eigene Kapital.

4. Gegenüber öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen tritt die Gewinnbeteiligung des Staates nicht ein.

Digitized by Google

§ 10.

Ablösungsrecht.

1. Gegenüber Elektrizitätsunternehmungen der im § 9, Abs. 1, bezeichneten Art hat sich die Staatsverwaltung das Ablösungsrecht konzessionsmäßig vorzubehalten.

2. Das Ablösungsrecht kann, wenn in der Konzessionsurkunde nichts anderes bestimmt ist, erst nach Ablauf von 25 Jahren nach Rechtskraft der Konzession und von da ab in Zeiträumen von je fünf Jahren ausgeübt werden.

3. Über den Ablösungspreis sind in der Konzessionsurkunde die Bestimmungen auf der Grundlage zu treffen, daß der im Zeitpunkte der Ablösung vorhandene tatsächliche Wert der Unternehmung erstattet werde. Hiebei können der Berechnung des Ablösungspreises die in einem bestimmten Zeitraum erzielten Reinerträgnisse oder ein aus diesen ermittelter Kapitalsbetrag oder das tatsächlich aufgewendete Anlagekapital nach Abschlag angemessener Abschreibungen oder ein anderer zweckmäßiger Maßstab zugrunde gelegt werden.

4. In den letzten fünf Jahren gemachte besondere Aufwendungen zur Verbesserung und Ausgestaltung des Betriebes, deren volle Wirkungen erst nach der Ablösung eintreten, können unter Berücksichtigung angemessener Abschreibungen mit einem entsprechenden Teilbetrage besonders vergütet werden.

5. Der Staatsverwaltung ist das Recht vorzubehalten, die von der Unternehmung aufgenommenen Anlehen mit dem im Zeitpunkte der Ablösung nach dem genehmigten Tilgungsplane noch ungetilgt aushaftenden Betrage an Stelle der Unternehmung zur Selbstzahlung zu übernehmen; das zu bezahlende Ablösungskapital ist dementsprechend zu kürzen.

6. Der Staatsverwaltung ist weiter die Wahl vorzubehalten, die Ablösungssummen in barem oder in Staatsschuldverschreibungen zu leisten. Die Staatsschuldverschreibungen sind dabei mit jenem Kurse zu berechnen, welcher sich als Durchschnitt der an der Wiener Börse während des unmittelbar vorausgegangenen Semesters amtlich notierten Geldkurse der Staatsschuldverschreibungen gleicher Gattung ergibt.

7. Gegenstand der Ablösung ist das Unternehmen als Ganzes, das ist die Gesamtheit der Anlagen, der Grundbesitz, die darauf errichteten Baulichkeiten, die maschinellen und elektrischen Einrichtungen, insbesondere die Maschinenhäuser, Wasserbauten, Rohrleitungen, Werkkanäle, Dampfkessel, Kraft- und Hilfsmaschinen, alle zur Verbindung der Werksteile untereinander und mit den Abnehmern dienenden Leitungsanlagen, die Schutzvorrichtungen, alle Reservebestandteile, ferner die zur Betriebsführung dienenden Geräte, Kontrollapparate, Zähler und sonstiges Zubehör; die Unternehmung ist verpflichtet, alle diese Bauten und Anlagen, Geräte und Zubehör der Staatsverwaltung in gutem, der ordnungsmäßigen Betriebsführung entsprechendem und betriebsfähigem Zustande zu übergeben.

8. Die mitübergehenden Rechtsverhältnisse umfassen insbesondere den Gesamtinhalt der im Konzessionsverfahren urkundlich festgestellten rechtlichen Beziehungen zwischen der Unternehmung und allen anderen Interessenten, alle sonstigen von der Unternehmung zum Zwecke des Baues oder des Betriebes erworbenen Rechte, die im Rahmen der ordentlichen Geschäftsführung übernommenen Verpflichtungen und mit Dritten geschlossenen Vereinbarungen einschließlich der Stromlieferungs- und Strompachtverträge.

9. Die Unternehmung ist verpflichtet, bei der Ablösung alle mit dem in dem Unternehmen beschäftigten Personale mündlich oder schriftlich abgeschlossenen Dienstverträge auf die Staatsverwaltung zu übertragen; diese hat mit dem Zeitpunkte der Ablösung das Personal unter Aufrechthaltung der Dienstverträge und aller daraus für die Unternehmung entspringenden Rechte und Pflichten in ihren Dienst zu übernehmen; doch steht der Staatsverwaltung und dem Personal, unbeschadet kürzerer gesetzlicher oder vertragsmäßiger Termine, das Recht der einjährigen Kündigung zu. Die erforderlichen Bestimmungen hierüber sind in die Dienstverträge der Unternehmung aufzunehmen.

10. Die Ausübung des staatlichen Ablösungsrechtes ist der Unternehmung mit Bekanntgabe des Übernahmstermines mindestens zwei Jahre vor Übernahme der Anlagen zu erklären. Sofort nach erfolgter Anzeige sind die Verhandlungen insbesondere zur Feststellung des Gegenstandes der Ablösung sowie des Ablösungspreises einzuleiten.

11. Die Unternehmung ist verpflichtet, dafür zu sorgen, daß der Besitz und die Verfügung über die Anlagen in dem festgesetzten Termine von der Staatsverwaltung übernommen werden kann; sie ist verbunden, der Staatsverwaltung die von ihr verlangten urkundlichen Belege und Aufzeichnungen zur Verfügung zu stellen, soweit sie zur Erlangung des rechtlichen Besitzes und zur Fortführung des Betriebes notwendig sind.

12. Bestehende Ablösungsrechte öffentlicher Körperschaften oder von Verbänden solcher bleiben aufrecht. Durch die Ablösung seitens einer solchen Körperschaft wird jedoch die konzessionsmäßige Ablösung durch die Staatsverwaltung nicht ausgeschlossen.

13. Gegenüber öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen kann die Staatsverwaltung sich ihres Ablösungsrechtes auf Zeit oder dauernd begeben.

§ 11.

Erlöschen der Konzession.

1. Die Konzession erlischt:

a) wenn innerhalb der in der Konzessionsurkunde festzusetzenden Frist von der Rechtskraft der Bewilligung ab die Bauarbeiten nicht begonnen wurden;

b) wenn die Anlage nicht innerhalb der in der Konzessionsurkunde festgesetzten Fristen in Betrieb gesetzt wurde;

c) wenn der Betrieb seitens der Unternehmung eingestellt und trotz behördlicher Aufforderung binnen einer Frist von einem Jahre nicht wieder aufgenommen wurde (§ 14);

d) wenn die Unternehmung ihren in den Gesetzen, Verordnungen oder Konzessionsbestimmungen festgelegten sonstigen Verpflichtungen trotz zweimal wiederholter Aufforderung und vorausgegangener Ordnungsstrafen nicht nachgekommen ist (§ 14);

e) wenn die Konzessionsdauer abgelaufen ist;

f) durch Verzicht, der jedoch erst nach 2 Jahren wirksam wird, sofern nicht eine kürzere Frist bewilligt wurde.

2. Die Fristen in den unter a, b, und c bezeichneten Fällen können aus wichtigen Gründen angemessen verlängert werden.

3. Bei Ablauf der Konzessionsdauer kann die Konzession dem bisherigen Inhaber auf sein frühestens 5 Jahre vorher zu stellendes Gesuch auf längstens 30 Jahre erstreckt werden.

4. Erlischt die Konzession, ohne daß der Betrieb weitergeführt würde, so hat die Behörde auszusprechen, ob und inwieweit die bestehenden Anlagen zu beseitigen sind und der Zustand an öffentlichem Gute, öffentlichen Verkehrswegen, Eisenbahnen und öffentlichen Gewässern so wieder hergestellt werden soll, wie er vor der Ausführung der Anlagen bestand. Die Staatsverwaltung kann aber auch verlangen, daß jener Zustand hergestellt werde, welcher den Bedürfnissen des Gemeingebrauches zur Zeit des Konzessionsablaufes entspricht. Die Unternehmung kann sich jedoch im letzteren Falle durch Zahlung der sachverständig ermittelten Kosten der Wiederherstellung des früheren Zustandes von weitergehenden Herstellungen befreien.

§ 12.

Rechtsverhältnisse nach Endigung der Konzession.

1. Wird eine Konzession nicht erstreckt, so gehen, soferne nicht in der Konzessionsurkunde anderweitige Bestimmungen getroffen wurden, die Anlagen der Unternehmung samt Rechten und Obliegenheiten in dem im § 10, Absatz 4, 7, 8, 9 und 11, bestimmten Umfange auf Grund einer Erklärung, die spätestens ein Jahr vor Ablauf der Konzessionsdauer (§ 11, e) oder nach Verzicht auf die Konzession (§ 11, f) an die Unternehmung abzugeben ist, an die Staatsverwaltung über.

2. Der Übergang hat insoweit lastenfrei zu geschehen, als, unbeschadet der Bestimmungen des § 1409 a. b. G. B., mit Ausnahme, der zum Zwecke des Baues und Betriebes der Anlagen übernommenen dinglichen Belastungen und Entschädigungsverpflichtungen keinerlei andere, den Wert der Anlagen vermindernde Lasten, insbesondere wenn hierüber nicht in der Konzessionsurkunde oder während der Konzessionsdauer in besonderen Bestimmungen oder Vereinbarungen etwas anderes festgesetzt wurde, keine Hypothekarschulden oder Anlehensschulden der Staatsverwaltung zur Last fallen dürfen. Die Unternehmung hat daher dafür Sorge zu tragen, daß bis zum Ablaufe der Konzessionsdauer diese Schulden getilgt sind, und hat auch ihre Stromlieferungsverträge auf die Konzessionsdauer abzustellen. Rechtsgeschäfte der Unternehmung, deren Wirkung darüber hinausreicht, bedürfen zu ihrer Giltigkeit der Zustimmung der Staatsverwaltung.

3. Gegenüber öffentlichen Elektrizitätsunternehmungen kann die Staatsverwaltung sich ihres Rechtes auf Übergang begeben.

§ 13.

Streitigkeiten anläßlich der Ablösung oder des Überganges.

Sind wegen der Ablösung oder des Überganges an den Staat (§§ 10 und 12), namentlich über Gegenstand, Vergütungen oder sonstige vermögensrechtliche Fragen Streitigkeiten entstanden, so sind sie durch die Entscheidung der ordentlichen Gerichte, gegebenenfalls unter Anwendung des § 228 der Zivilprozeßordnung vom 1. August 1895, RGBl. Nr. 113, zur Austragung zu bringen. Liegt in dem in der Erklärung (§ 10, Absatz 10, § 12, Absatz 1) festgesetzten Termine der Betriebsübernahme noch keine Vereinbarung oder rechtskräftige Entscheidung vor, so ist die Staatsverwaltung berechtigt, unbeschadet der späteren endgültigen Entscheidung der Gerichte, gegen Bezahlung des von ihr angebotenen Entgeltes oder, falls es von der Unternehmung nicht angenommen werden sollte, gegen

Digitized by Google

dessen Erlag bei Gericht, ohne weitere Zustimmung der Unternehmung und ohne gerichtliche Dazwischenkunft, den physischen Besitz und die Verfügung über die Anlagen in dem von ihr beanspruchten Umfange von dem in der Erklärung bezeichneten Zeitpunkte zu übernehmen.

§ 14.

Aufsicht.

1. Die Staatsverwaltung kann sich jeweils die Überzeugung verschaffen, daß die Anlagen und Betriebseinrichtungen der Elektrizitätsunternehmungen in allen ihren Teilen sicher und zweckmäßig und insbesonders den Zwecken der Landesverteidigung entsprechend ausgeführt und erhalten werden; sie hat anzuordnen, daß Gebrechen und Mängel beseitigt werden.

2. Die Unternehmungen haben den befugten staatlichen Organen auf Verlangen Auskünfte zu erteilen, Einsicht in den Betrieb und die Bücher und geschäftlichen Aufzeichnungen zu gewähren sowie die im Rahmen des staatlichen Aufsichtsrechtes liegenden Nachweisungen und die zur Aufstellung einer einheitlichen Statistik erforderlichen Angaben zu liefern.

3. Wenn die Unternehmung die Verbindlichkeiten, die ihr laut der gesetzlichen Bestimmungen und der Konzession obliegen, nicht erfüllt, so ist sie zunächst von der Behörde zur Erfüllung dieser Verpflichtungen aufzufordern; bei Erfolglosigkeit der Aufforderung können eine oder mehrere Ordnungsstrafen bis zur Höhe von K 20 000 gegen die Unternehmung verhängt und die Ersetzung der Schuldtragenden durch andere Personen verlangt werden. Wenn den Abnehmern oder öffentlichen Interessen durch das Verhalten der Unternehmung unwiederbringliche Nachteile erwachsen würden, kann die Behörde die nötigen Maßnahmen zur Aufrechthaltung des Betriebes auf Kosten und Gefahr der Unternehmung, auch durch sofortige zwangsweise Verwaltung, treffen.

4. Bleibt die letzte der Unternehmung zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen gestellte Frist fruchtlos, so kann die Konzession als verwirkt erklärt und es können die gesamten Anlagen ohne Entgelt an die Staatsverwaltung gezogen werden, unbeschadet der Ersatzansprüche, welche die Staatsverwaltung oder Interessenten gegen die Unternehmung aus dem Gesetze, der Konzession oder aus Verträgen zu stellen berechtigt sind.

§ 15.

Elektrizitätsbuch.

1. Die von einer Elektrizitätsunternehmung betriebenen elektrischen Anlagen gelten als eine einheitliche Sache, die einzelnen Werke, Leitungen und Vorrichtungen als deren Bestandteile; die auf fremden Liegenschaften angebrachten Anlagen bilden keinen Bestandteil dieser Liegenschaften.

2. Für die Elektrizitätsunternehmungen jedes Kronlandes ist beim Gerichtshofe erster Instanz, welcher sich am Sitze der politischen Landesbehörde befindet ein Elektrizitätsbuch anzulegen, in dem die Rechtsverhältnisse darzustellen sind, die sich durch die Herstellung und den Bestand der Anlagen für die Eigentümer und dritte Interessenten ergeben. Für Elektrizitätsunternehmungen, die sich auf mehrere Länder erstrecken, wird bei Erteilung der Konzession der zur Führung des Elektrizitätsbuches zuständige Gerichtshof bestimmt.

3. In das Elektrizitätsbuch sind alle im Besitze der Elektrizitätsunternehmung stehenden Grundstücke einzutragen, die zu ihrem Betriebe gehören. Sie bilden mit der Konzession und den im ersten Absatze erwähnten Anlagen eine bücherliche Einheit.

4. Vom Tage der Eröffnung einer Einlage im Elektrizitätsbuche ist die bücherliche Einheit, für welche die Einlage errichtet wird, als ein Grundbuchskörper und die Einlage als eine Grundbuchseinlage im Sinne des allgemeinen Grundbuchsgesetzes vom 25. Juli 1871, RGBl. Nr. 95, anzusehen.

5. Dingliche Rechte, insbesondere Pfandrechte, können an solchen Einlagen nur durch die Eintragung in das Elektrizitätsbuch erworben, übertragen, beschränkt oder aufgehoben werden.

6. Die Vorschriften über die Anlegung, innere Einrichtung und Führung des Elektrizitätsbuches sowie das dabei zu beobachtende Verfahren werden durch Verordnung erlassen. Im Zweifel sind die für das Grundbuch und das Eisenbahnbuch geltenden Vorschriften sinngemäß anzuwenden.

7. Der Gerichtshof, bei dem eine Elektrizitätseinlage errichtet wird, ist vom Tage der Eröffnung der Einlage in allen Angelegenheiten, die sich auf die bücherliche Einheit als Ganzes beziehen, als Realinstanz zuständig. Für Angelegenheiten, die sich nur auf einzelne Elektrizitätsgrundstücke beziehen, beginnt seine Zuständigkeit erst mit dem Tage, an dem diese Grundstücke in das Elektrizitätsbuch aufgenommen werden.

B. Elektrische Eigenanlagen.

§ 16.

1. Eigenanlagen, für deren Errichtung Leitungs- oder Enteignungsrechte in Anspruch genommen werden, bedürfen einer Konzession und Baugenehmigung; es sind auf solche Eigenanlagen die Bestimmungen des § 2, Absatz 1 und 2, der §§ 3, 4, 7, Absatz 1, 2, §§ 11 und 14 sinngemäß anzuwenden.

2. Andere Eigenanlagen bedürfen keiner Konzession, sondern lediglich der Baugenehmigung.

3. Die planmäßige und einheitliche Versorgung des Wirtschaftsgebietes soll durch Errichtung von Eigenanlagen nicht verhindert werden (§ 27).

III. Hauptstück.

Verfahren.

§ 17.

Konzessionsverhandlungen und Konzessionserteilung.

1. Das Ansuchen um Erteilung der Konzession ist beim Ministerium für öffentliche Arbeiten einzubringen. Aus den vom Konzessionsbewerber vorzulegenden Behelfen müssen der wirtschaftliche und finanzielle Aufbau und Zweck der Unternehmung, seine volkswirtschaftliche Bedeutung und seine rechtlichen Verhältnisse, seine allgemeine technische Gestaltung, die Art und der Umfang der beanspruchten Leitungs- und Enteignungsrechte und das Verhältnis zu benachbarten Unternehmungen zu entnehmen sein. Wird die Ausnutzung der motorischen Kraft eines öffentlichen oder privaten Gewässers beabsichtigt so hat das Ansuchen auch den Vorschriften des Wasserrechtsgesetzes und der zu demselben erlassenen Verordnungen zu entsprechen.

2. Das Ministerium hat die Konzessionsverhandlungen ehestens einzuleiten. Liegen mehrere Bewerbungen vor, so ist derjenigen der Vorzug zu geben, welche die höhere volkswirtschaftliche Bedeutung hat und größere Gewähr für die gemeinnützige Wirksamkeit und künftige Entwicklungsfähigkeit der Unternehmung bietet. Unter sonst gleichen Voraussetzungen haben öffentliche und gemischtöffentliche Elektrizitätsunternehmungen den Vorrang.

3. Wenn das Ministerium die Voraussetzungen für die Gründung der Elektrizitätsunternehmung als erfüllt erachtet, hat es die Bewilligung (Konzession) zu erteilen.

§ 18.

Einleitung des Baugenehmigungsverfahrens.

1. Sobald sich zeigt, daß der Erteilung der Konzession keine grundsätzlichen Hindernisse im Wege stehen, hat das Ministerium für öffentliche Arbeiten die von der Unternehmung vorzulegenden Baupläne und sonst erforderlichen Behelfe behufs Eröffnung des Baugenehmigungsverfahrens der politischen Landesbehörde zu übersenden, welche die in Betracht kommenden politischen Bezirksbehörden entsprechend in Kenntnis zu setzen hat.

2. Die politische Landesbehörde hat durch Anschlag am Sitze der politischen Bezirksbehörden, ferner in den von den Anlagen berührten Gemeinden und Ortschaften sowie durch dreimalige Einschaltung in der „Wiener Zeitung" und in den für amtliche Kundmachungen bestimmten Landesblättern eine kurze Beschreibung der Unternehmung mit Hinweis auf die zur Einsicht aufliegenden Pläne zu veröffentlichen. Auf Verlangen der Militärverwaltung hat die Veröffentlichung bestimmter Pläne oder Planteile zu unterbleiben.

3. Die kommissionelle Verhandlung ist in der Regel derart anzuberaumen, daß zwischen dem Anschlage der Kundmachung am Sitze der politischen Bezirksbehörde und dem Beginne der Verhandlung ein Zeitraum von 4 bis 6 Wochen liegt.

§ 19.

Ladungen.

1. Die beteiligten Behörden, insbesonders die Post- und Telegraphenbehörde, die Militärbehörden, der Landesausschuß in Vertretung der Interessen des Landes sowie, wenn öffentliche Verkehrswege oder Gewässer in Anspruch genommen werden, die Wege- und Wasserverwaltungen, wenn Eisenbahnanlagen oder Bergbaue berührt werden, die Eisenbahn- und Bergbehörden sind unmittelbar zu verständigen; erforderlichenfalls sind die beteiligten landwirtschaftlichen Hauptkorporationen und Handels- und Gewerbekammern sowie sonstige beteiligte Körperschaften einzuladen.

2. Die bekannten Anrainer, die benachbarten Elektrizitätsunternehmungen und die sonst beteiligten Privatpersonen gegebenenfalls auch die nach den Wasserrechtsgesetzen zu ladenden Beteiligten sind zu eigenen Handen mit dem Hinweise darauf zu verständigen, daß Einwendungen während der festgesetzten Frist, spätestens aber bei der kommissionellen Verhandlung vorzubringen sind, widrigens ihre Zustimmung zu den geplanten Anlagen und der beanspruchten Belastung ihres Eigentums, unbeschadet ihrer gesetzlichen Ansprüche auf Schadloshaltung, als gegeben erachtet wird.

§ 20.

Verhandlung.

1. Die politische Landesbehörde hat die kommissionelle Verhandlung, gegebenenfalls an Ort und Stelle, durchzuführen.

Digitized by Google

2. Die Aufgabe der kommissionellen Verhandlung ist hauptsächlich:

a) Die Prüfung und Begutachtung des Planes der Anlagen vom Standpunkte der technischen Zweckmäßigkeit und der öffentlichen, vornehmlich auch hinsichtlich der militärischen und wasserwirtschaftlichen und bergbaulichen Rücksichten, ferner der erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen und des Schutzes der benachbarten, namentlich staatlichen und bahneigenen Leitungsanlagen.

b) Die Feststellung des Gegenstandes und Umfanges der beanspruchten Leitungsrechte und Enteignungsrechte.

c) Die Prüfung der erhobenen Einwendungen.

3. Alle maßgebenden Umstände, insbesondere die berührten Rechte und Interessen der öffentlichen Körperschaften, sind, auch wenn kein Einspruch vorgebracht wurde, von Amts wegen zu erheben und die Ausgleichung von Rechts- und Interessengegensätzen im gütlichen Wege nachdrücklichst zu fördern. Soweit Leitungsrechte an öffentlichen Verkehrswegen in Betracht kommen, die nicht der staatlichen Verwaltung unterstehen, ist die Äußerung des Landesausschusses hierüber entweder bei der kommissionellen Verhandlung aufzunehmen oder unter Setzung einer angemessenen Frist abgesondert einzuholen.

§ 21.

Baugenehmigung.

1. Die Protokolle der kommissionellen Verhandlung sind von der Landesbehörde innerhalb 14 Tagen nach deren Beendigung samt allen Plänen und Beilagen dem Ministerium für öffentliche Arbeiten vorzulegen.

2. Das Ministerium hat über die technischen Bedingungen der Anlagen sowie die der Unternehmung zuzuerkennenden Leitungs- und Enteignungsrechte auf Grund des Ergebnisses der Verhandlung (§ 20) ein mit Entscheidungsgründen versehenes Erkenntnis zu fällen (Baugenehmigung).

3. Privatrechtliche Einwendungen, die nicht gütlich beizulegen sind, sind im Erkenntnisse ausdrücklich anzuführen und der Austragung im ordentlichen Rechtswege vorzubehalten.

§ 22.

Konzessionsurkunde.

1. Der Elektrizitätsunternehmung ist eine Konzessionsurkunde zu übergeben, welche alle für sie und die Abnehmer bedeutenden Punkte zu enthalten hat; eine zweite Urschrift der Konzessionsurkunde ist der Sammlung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten einzuverleiben. Abschriften sind den zuständigen Behörden zu übersenden.

2. Insbesondere hat die Konzessionsurkunde zu enthalten:

a) Name und Rechtsform der Unternehmung, gegebenenfalls die Anforderungen für die mit der Führung des Betriebes betrauten Personen;

b) Lage, Art, Zweck, Leistungsfähigkeit und Leistungspflichten der Unternehmung, Umgrenzung des Absatzgebietes sowie die rücksichtlich des Anschlusses an andere Unternehmungen getroffenen Bestimmungen;

c) die Dauer und die Erlöschungsgründe der Konzession;

d) die Bedingungen der Übertragung, Abänderung und Erneuerung der Konzession;

e) die Bestimmungen über Ablösungs- und Übergangsrechte und deren Einzelheiten;

f) die Vorschriften über allgemeine Bedingungen der Stromabgabe und Tarife;

g) die Vorschriften über Geschäftsleitung und Rechnungsführung;

h) die allenfalls eingeräumten besonderen Begünstigungen und auferlegten besonderen Verpflichtungen.

3. Ferner sind in die Konzessionsurkunde auf Grundlage des Erkenntnisses über die Baugenehmigung (§ 21) aufzunehmen:

i) die allgemeinen Bestimmungen über die technischen Einrichtungen der Werke und des Leitungsnetzes und das Bauprogramm, die etwa erteilten wasserrechtlichen Bewilligungen, die Fristen für den Bau- und Betriebsbeginn;

k) eine Übersicht der Leitungs- und Enteignungsrechte sowie die nachgewiesenen vertragsmäßigen Rechte gegenüber öffentlichen Körperschaften und Privateigentümern.

§ 23.

Sonstige Genehmigungen.

1. In die Baugenehmigung ist gegebenenfalls die Entscheidung über die beanspruchte Ausnutzung der motorischen Kraft eines öffentlichen Gewässers oder über die angesuchte Genehmigung der Anlagen zur Ausnutzung der motorischen Kraft eines privaten Gewässers einzubeziehen. Diese Entscheidung trifft das Ackerbauministerium, welchem zu diesem Zwecke die Protokolle der kommisisonellen Verhandlung samt allen Plänen und Beilagen zu überlassen sind. Bei Anberaumung der kommissionellen Verhandlung ist in diesen Fällen ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß auf deren Grundlage auch die Entscheidung nach dem Wasserrechtsgesetze gefällt werden wird.

2. Einer besonderen baubehördlichen Bewilligung sowie der Erwerbung einer Konzession und einer Genehmigung der Betriebsanlagen der Elektrizitätsunternehmungen nach der Gewerbeordnung bedarf es neben der Baugenehmigung nach diesem Gesetze nicht; jedoch sind die einschlägigen sachlichen Vorschriften bei der Genehmigung nach diesem Gesetze entsprechend zu beachten.

§ 24.

Bewilligung zu Vorarbeiten.

1. Auf Ansuchen der Unternehmung kann dieser die Bewilligung zur Vornahme von Vorarbeiten vor Einleitung der Konzessionsverhandlungen erteilt werden. Die Bewilligung ist beim Ministerium für öffentliche Arbeiten unter Vorlage von Behelfen anzusuchen, aus denen in allgemeinen Umrissen die geplanten Anlagen und Leitungen sowie die finanziellen und volkswirtschaftlichen Grundlagen des Unternehmens ersichtlich sind.

2. Die Bewilligung zu Vorarbeiten gibt der Unternehmung das Recht, fremde Grundstücke zu betreten, und auf diesen die zur Vorbereitung des Bauplanes erforderlichen technischen Arbeiten vorzunehmen. Über die Notwendigkeit und Zulässigkeit einzelner hiebei vorzunehmender Handlungen, gegen die ein Beteiligter Einsprache erhoben hat, entscheidet die politische Bezirksbehörde. Diese bestimmt auch auf Ansuchen der Unternehmung oder eines Beteiligten, vorbehaltlich der Entscheidung im ordentlichen Rechtswege, die Höhe der zu leistenden Entschädigung für verursachte Nachteile sowie die etwa hiefür zu stellende Sicherheit.

3. Durch die Bewilligung zu Vorarbeiten, welche nur auf eine bestimmte Zeit gegeben wird, jedoch wiederholt nachgesucht werden kann, erhält der Konzessionswerber weder ein Vorrecht auf die Konzession noch eine sonstige ausschließliche Befugnis. Die Bewilligung kann daher mehreren Bewerbern um dieselben oder sich berührende Konzessionen erteilt werden.

§ 25.

Abgekürztes Verfahren.

1. Über Anschlüsse an genehmigte Elektrizitätsanlagen sowie Änderungen oder Erweiterungen solcher Anlagen ist von dem Unternehmer der Landesbehörde ein Plan vorzulegen.

2. Sollen hiebei öffentliche Verkehrswege, Eisenbahnen, öffentliche Gewässer, Bergbaue oder fremde Grundstücke berührt oder wichtige militärische Interessen beeinflußt werden, und ist eine Einigung zwischen den Beteiligten hierüber nicht nachgewiesen, so hat die Landesbehörde den beteiligten Behörden, Wege- und Wasserverwaltungen sowie den Grundeigentümern die beabsichtigten Herstellungen zur Kenntnis zu bringen und sie aufzufordern, ihre Einwendungen schriftlich oder mündlich binnen 14 Tagen bei der politischen Bezirksbehörde vorzubringen. Diese hat die Unternehmung über die Einwendungen einzuvernehmen und erforderlichenfalls eine Verhandlung an Ort und Stelle durchzuführen.

3. Die politische Landesbehörde hat sodann auf Grund der vorgelegten Pläne und der etwa durchgeführten Verhandlung die Entscheidung über die Zulässigkeit und die Bedingungen der geplanten Herstellungen endgültig zu fällen. Ergibt die Prüfung des Planes, daß die technischen Grundlagen der ursprünglichen Anlagen oder der wirtschaftliche Charakter der Unternehmung wesentlich geändert werden sollen oder sind Einwendungen der beteiligten Behörden unbefücksichtigt geblieben, so ist die Entscheidung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten einzuholen, welches auch die Durchführung des ordentlichen Verfahrens (§§ 17 bis 23) anordnen kann.

4. Das abgekürzte Verfahren kommt auch zur Anwendung, wenn für eine konzessionierte Elektrizitätsunternehmung ohne Inanspruchnahme weiterer Rechte nur um die Einräumung von Leitungsrechten (§ 3) angesucht wird.

5. Das abgekürzte Verfahren kommt auch dann zur Anwendung, wenn eine nach dem Wasserechtsgesetze zur bewilligende Abänderung oder Erweiterung der Anlagen zur Ausnutzung der motorischen Kraft eines öffentlichen oder privaten Gewässers beabsichtigt wird. In diesen Fällen ist bei der Anberaumung der kommissionellen Verhandlung ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß auf deren Grundlage auch die Entscheidung nach dem Wasserrechtsgesetze gefällt werden wird. Wenn nach Absatz 3 die Entscheidung des Ministeriums einzuholen ist, so ist die Entscheidung nach dem Wasserrechtsgesetze durch das Ackerbauministerium zu fällen.

§ 26.

Leitungsbauten.

1. Vor Beginn des Ausbaues des Leitungsnetzes ist der politischen Bezirksbehörde ein Plan zur Prüfung vorzulegen, welcher den Zug der genehmigten Leitungsanlagen im einzelnen innerhalb des Amtsbezirkes darstellt. Ein Abdruck des Planes ist der Landes- und der Militärbehörde zu überreichen.

Digitized by Google

2. Spätestens 8 Tage vor dem Beginn eines behördlich genehmigten Leitungsbaues hat die Unternehmung der Post- und Telegraphenbehörde, dann den Verwaltungen der beeinflußten öffentlichen Verkehrswege, Eisenbahnen, öffentlichen Gewässer und Bergbaue, endlich den Eigentümern der in Anspruch genommenen Grundstücke die Anzeige vom Baubeginne zu erstatten.

3. Der Unternehmung kann über Ansuchen von der politischen Landesbehörde auch bewilligt werden, über die innerhalb längerer Zeiträume sich ergebenden kleinen Änderungen und Erweiterungen des Leitungsnetzes zusammenfassende Ergänzungspläne zur nachträglichen Genehmigung periodisch vorzulegen.

§ 27.

Konzession und Baugenehmigung für Eigenanlagen.

1. Für die Erteilung der Konzession und Baugenehmigung für Eigenanlagen der im § 16, Absatz 1, bezeichneten Art sind die Bestimmungen der §§ 17 bis 23 und des § 26 anzuwenden. Das Ministerium für öffentliche Arbeiten kann das abgekürzte Verfahren (§ 25) anordnen.

2. Für die Baugenehmigung von Eigenanlagen der im § 16, Absatz 2, bezeichneten Art ist das abgekürzte Verfahren anzuwenden; vor dessen Einleitung hat die politische Landesbehörde durch Einvernahme des Unternehmers der Eigenanlage und gegebenenfalls der benachbarten Elektrizitätsunternehmungen festzustellen, ob und unter welchen technischen und wirtschaftlichen Bedingungen statt der Eigenanlage ein Anschluß an eine Elektrizitätsunternehmung möglich wäre, und hierüber eine Vereinbarung zwischen den Parteien anzubahnen. Kommt keine Vereinbarung zustande, so entscheidet das Ministerium für öffentliche Arbeiten unter Rücksichtnahme auf die einheitliche Versorgung (§ 2) über die Zulässigkeit der Eigenanlage.

3. Die Zustimmung ist zu erteilen, wenn der Anschluß an eine Elektrizitätsunternehmung für den Unternehmer der Eigenanlage nicht technisch und wirtschaftlich gleichwertig oder vorteilhafter ist als die Herstellung der Eigenanlage.

4. Hinsichtlich der Aufsicht über Eigenanlagen sind die Bestimmungen des § 14 sinngemäß anzuwenden.

§ 28.

Eigenanlagen in Gewerbebetrieben.

Durch Verordnung wird bestimmt, unter welchen Voraussetzungen Eigenanlagen, die Bestandteile einer gewerblichen Betriebsanlage im Sinne des III. Hauptstückes der Gewerbeordnung sind, nach den Vorschriften der Gewerbeordnung zu behandeln sind.

§ 29.

Betriebsbewilligung.

1. Elektrizitätsanlagen der Elektrizitätsunternehmungen und Eigenanlagen dürfen erst nach behördlicher Überprüfung in Betrieb gesetzt werden. Diese ist über Anzeige des Unternehmers von der politischen Landesbehörde binnen längstens 4 Wochen unter Zuziehung der beteiligten Behörden und des Unternehmers durchzuführen. Die Betriebsbewilligung und der Beginn des Betriebes sind entsprechend kundzumachen.

2. Die politische Bezirksbehörde hat den unbefugten Betriebsbeginn einer Elektrizitätsanlage mit einer Ordnungsstrafe (§ 14, Absatz 3) zu ahnden, die Landesbehörde nötigenfalls auch die Einstellung des Betriebes anzuordnen.

§ 30.

Behörden; Kosten.

1. Alle Entscheidungen auf Grund dieses Gesetzes sind, soweit nicht die ordentlichen Gerichte zuständig sind oder dieses Gesetz etwas anderes bestimmt, vom Ministerium für öffentliche Arbeiten zu fällen; soweit die von anderen Ministerien wahrzunehmenden Interessen berührt erscheinen, ist, insbesondere bei Erteilung der Konzession (§ 17), bei der Baugenehmigung (§§ 21 und 25) und der Bewilligung zu Vorarbeiten (§ 24), das Einvernehmen mit diesen zu pflegen.

2. Durch Verordnung wird geregelt, in welchen Fällen die nach diesem Gesetze vom Ministerium für öffentliche Arbeiten zu treffenden Entscheidungen den ihm untergeordneten Behörden überlassen werden können, mit welchen Behörden in diesen Fällen das Einvernehmen herzustellen ist, sowie wann solche Entscheidungen der Unterbehörden endgültig sind; ebenso sind die näheren Vorschriften über das Verfahren und über die Aufsicht im Verordnungswege zu erlassen.

3. Die Kosten der erforderlichen Amtshandlungen tragen die Unternehmer, die darum ansuchen; als mutwillig erwiesene Einwendungen verpflichten die Schuldigen zum Kostenersatz. Die Kosten der behördlichen Aufsicht treffen die Unternehmer.

§ 31.

Elektrizitätsanlagen für Eisenbahn- und Bergwerkszwecke und für Zwecke der Landesverteidigung.

1. Eigenanlagen sowie alle sonstigen elektrischen Nebenanlagen für Zwecke der Eisenbahnen und ihrer Hilfsanstalten unterstehen den Eisenbahnbehörden; es finden auf dieselben die Eisenbahnvorschriften Anwendung.

2. Bei Eigenanlagen für Bergwerkszwecke sind zur Erteilung der Genehmigung und zur Ausübung der staatlichen Aufsicht die Bergbehörden zuständig. Dasselbe gilt von solchen Teilen elektrischer Anlagen, welche bei Bergwerken unter Tage errichtet und betrieben werden.

3. Eigenanlagen der Militärverwaltung für unmittelbare Kampfzwecke unterstehen den Militärbehörden.

4. Für die in den Absätzen 1 bis 3 angeführten Eigenanlagen können die Leitungsrechte nach § 3 dieses Gesetzes, unbeschadet des für solche Anlagen nach anderen Gesetzen zustehenden Enteignungsrechtes, in Anspruch genommen werden.

IV. Hauptstück.

Telegraphenanlagen.

§ 32.

Leitungsrechte für staatliche Telegraphenanlagen.

Für alle staatlichen Telegraphenanlagen stehen der Staatsverwaltung die im § 3 vorgesehenen Leitungsrechte und das nach § 4 vorgesehene Enteignungsrecht zu; auch hat sie unter den im § 3 bestimmten Voraussetzungen und Obliegenheiten das Recht, Mauerträger, Dachständer und sonstige Leitungsbestandteile auf Gebäuden anzubringen, Leitungsdrähte durch den Luftraum über solchen zu spannen und unverbaute Liegenschaften aller Art zur unterirdischen Führung von Leitungen zu benutzen. Die Bestimmung des § 3, Abs. 7, findet auf staatliche Telegraphenanlagen keine Anwendung. In welchen Fällen die Gemeindeverwaltung verlangen kann, daß die Leitungen durch verbaute Stadtgebiete unter der Erde geführt werden, wird durch Verordnung bestimmt.

§ 33.

Verfahren.

1. Bei der Inanspruchnahme von Leitungsrechten für staatliche Telegraphenanlagen hat die Staatsverwaltung einen Plan, aus dem die Linienführung und die Zahl und Lage der Stützpunkte und sonstigen Leitungsbestandteile entnommen werden kann, samt einer erläuternden Beschreibung den Verwaltungen des zu benutzenden öffentlichen Gutes, der öffentlichen Verkehrswege, der Eisenbahnen und der öffentlichen Gewässer sowie den Gemeindevorstehungen, in deren Gebiet sich die zu belastenden privaten Liegenschaften befinden, zu übermitteln. Die Eigentümer dieser Liegenschaften sowie die Unternehmer anderer berührter Anlagen und Leitungen sind unter Hinweis auf den bei den Gemeindevorstehungen erliegenden Plan zu verständigen.

2. Innerhalb 14 Tagen nach dieser Verständigung kann gegen die geplante Telegraphenanlage bei der Post- und Telegraphendirektion ein Einspruch erhoben werden. Erfolgt kein rechtzeitiger Einspruch, so kann die Telegraphenanlage nach dem mitgeteilten Plane ausgeführt werden.

3. Wenn ein Einspruch erhoben wird und die Post- und Telegraphendirektion ihn als begründet erachtet, so hat sie die erforderlichen Abänderungen des Planes zu verfügen und die Beteiligten hievon zu verständigen. Erachtet die Post- und Telegraphendirektion den Einspruch als nicht begründet und kann ein gütliches Übereinkommen nicht erzielt werden, so ist die Entscheidung der politischen Landesbehörde einzuholen. Diese hat die Entscheidung, erforderlichenfalls nach kommissioneller Verhandlung an Ort und Stelle und Einholung eines fachmännischen Gutachtens, zu fällen. Die Entscheidung ist endgültig. Die Kommissionskosten werden vom Staate getragen. Als mutwillig erwiesene Einwendungen verpflichten die Schuldigen zum Kostenersatz.

4. Der Einspruch hemmt die Ausführung der geplanten Anlage.

5. Zuspannungen zu bestehenden Anlagen, die keine weitergehenden Leitungsrechte erfordern, unterliegen diesem Verfahren nicht.

§ 34.

Verfahren in Notfällen.

1. Wenn in Notfällen, insbesondere zur Behebung oder Abwendung einer Betriebsunterbrechung, die sofortige Inanspruchnahme fremder Liegenschaften für staatliche Telegraphenanlagen erforderlich wird, so hat die Post- und Telegraphendirektion die Verwaltungen (§ 33) und Privateigentümer schriftlich oder durch die an Ort und Stelle entsendeten Beamten mündlich hievon zu verständigen. Die erforderlichen Arbeiten können sofort durchgeführt werden. Binnen 8 Tagen nach ihrer Fertigstellung ist den Betroffenen mittels bescheinigten Schreibens mitzuteilen, ob eine dauernde oder bloß auf eine bestimmte Zeit beschränkte Benutzung beabsichtigt wird.

2. Wer sich geschädigt erachtet, kann spätestens am achten Tage nach Zustellung dieser Verständigung seinen Einspruch bei der Post- und Telegraphendirektion erheben, die, wenn sie ihm nicht

Digitized by Google

selbst stattzugeben findet, binnen 14 Tagen die Entscheidung der politischen Landesbehörde anzurufen hat. Wird der Einspruch abgewiesen, so gilt die Anlage als dauernd genehmigt. Wird ihm Folge gegeben, so hat die Post- und Telegraphendirektion die entsprechende Abänderung oder Verlegung der Telegraphenanlage zu verfügen. Die Landesbehörde kann die Entscheidung der politischen Bezirksbehörde übertragen.

§ 35.

Telegraphenanlagen auf Eisenbahnen.

Die gesetzlichen, konzessions- und vertragsmäßigen Bestimmungen über die Herstellung von staatlichen Telegraphenanlagen auf Eisenbahnen werden durch dieses Gesetz nicht berührt.

§ 36.

Privattelegraphenanlagen.

1. Privattelegraphenanlagen, die zu Elektrizitätsunternehmungen oder Eigenanlagen gehören, sind hinsichtlich der Leitungsrechte als Bestandteile dieser Unternehmungen oder Anlagen zu behandeln.

2. Für Telegraphenanlagen der Eisenbahnen und für andere Privattelegraphenanlagen, wenn diesen vom Handelsministerium als Konzessionsbehörde der Charakter der Gemeinnützigkeit oder hervorragender wirtschaftlicher Bedeutung zuerkannt wird, können Leitungsrechte in dem im § 32 bestimmten Umfange angesprochen werden. Für das Genehmigungsverfahren gelten in diesem Falle sinngemäß die Vorschriften der §§ 33 und 34.

3. In beiden Fällen bleiben die allgemeinen Vorschriften über die Konzessionierung von Privattelegraphenanlagen und die Bestimmungen der Konzessionsurkunden unberührt.

V. Hauptstück.

Betriebs- und Vollzugsvorschriften.

§ 37.

Schadenverhütung.

1. Nach Maßgabe der erlassenen Vorschriften sind elektrische Anlagen jeweils mit allen durch Wissenschaft und Erfahrung gebotenen Sicherheitsvorkehrungen auszustatten. Diese Verpflichtung trifft im gleichen Maße Erzeuger wie Abnehmer elektrischer Energie, jeden im Bereiche seiner Anlagen und Einrichtungen.

2. Beim Zusammentreffen (Kreuzung, Parallelführung) elektrischer Anlagen sind anläßlich der Genehmigung der hinzutretenden Anlage die zur Wahrung der öffentlichen Sicherheit und des ungestörten Betriebes erforderlichen Maßnahmen (Sicherheitsvorkehrungen, Leitungsverlegungen usw.) in der für die bestehenden Anlagen schonendsten, sonst aber für die Gesamtheit der zusammentreffenden Anlagen technisch wirksamsten und zugleich wirtschaftlichsten Weise anzuordnen.

3. Die Kosten dieser Maßnahmen hat die Unternehmung der neu hinzutretenden Anlage zu tragen. Vermag die Unternehmung der neuen Anlage nachzuweisen, daß anläßlich dieser Maßnahmen der älteren Unternehmung erhebliche Vorteile erwachsen, so kann sie verhältnismäßige Anteilnahme der letzteren an den Kosten verlangen. Streitigkeiten über die Aufteilung der Kosten entscheiden die ordentlichen Gerichte.

§ 38.

Schutz von Leitungsanlagen im öffentlichen Interesse.

1. Wird der Betrieb der Staatstelegraphenanlagen oder den Zwecken öffentlicher Eisenbahnen oder der Landesverteidigung dienender elektrischer Leitungen durch eine fremde Elektrizitätsanlage gestört oder gefährdet, so hat die politische Behörde erster Instanz im Einvernehmen mit der betreffenden Verwaltungsbehörde alle erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung und Hintanhaltung dieser Störungen auf Kosten und Gefahr des Unternehmens der fremden Anlage anzuordnen.

2. Der Unternehmer der fremden Anlage ist vor der Anordnung zu hören und ihm die Behebung der Störungsursache im Bereiche seiner Anlage binnen kurzer Frist aufzutragen; kommt er diesem Auftrage nicht nach, so können die erforderlichen Verkehrungen durch die politische Behörde erster Instanz auch im Bereiche der fremden Anlagen getroffen werden.

3. Bei Gefahr im Verzuge sind die erforderlichen Maßnahmen durch die politische Behörde erster Instanz selbst ungesäumt zu treffen; der Unternehmer der fremden Anlage ist hievon zu verständigen.

§ 39.

Strafrechtlicher Schutz.

Unter dem im Strafgesetze gebrauchten Ausdruck Sache oder Gut wird auch die elektrische Energie verstanden.

§ 40.

Elektrizitätskommission.

Zur Beratung der Staatsverwaltung bei der Aufstellung allgemeiner Grundsätze und technischer Vorschriften behufs Handhabung dieses Gesetzes ist eine Elektrizitätskommission aus Vertretern der Behörden, der Länder und sonstigen autonomen Körperschaften, der Wissenschaft, der Technik, der Elektrizitätsindustrie, der verschiedenen Kreise der Verbraucher und der Arbeiterschaft zu bilden. Die Organisation und der Geschäftsgang dieser Kommission sind durch Verordnung zu regeln.

§ 41.

Einzelvorschriften, Arbeiterschutz.

1. Durch Verordnung wird bestimmt, welche sachlichen Bestimmungen anderer Gesetze, insbesondere der Gewerbeordnung und der Bauordnungen bei Handhabung dieses Gesetzes im einzelnen anzuwenden sind.

2. Durch Verordnung kann bestimmt werden, unter welchen Voraussetzungen Elektrizitätsanlagen, die nur einen geringfügigen Teil der erzeugten Energie an andere abgeben, als Eigenanlagen im Sinne dieses Gesetzes zu behandeln sind; durch Verordnung kann ferner bestimmt werden, unter welchen Bedingungen und Sicherheitsvorkehrungen einzelne Arten von Anlagen, insbesondere Hausanschlüsse an genehmigte Verteilungsnetze sowie elektrische Einrichtungen in geschlossenen Anlagen und auf eingefriedeten oder sonst abgeschlossenen Grundstücken, dann Anlagen ohne festen Standort von der Konzessions- und Baugenehmigungspflicht und von der staatlichen Aufsicht zu befreien oder für dieselben Erleichterungen zu gewähren sind.

3. Durch Verordnungen werden nach Anhörung der Elektrizitätskommission im Einvernehmen mit den beteiligten Behörden technische Vorschriften, insbesonders über die Herstellung und den Betrieb von Anlagen zur Erzeugung, Verteilung oder Abgabe elektrischer Energie, die hiebei erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen und die Vermeidung der aus dem Zusammentreffen solcher Anlagen untereinander und mit Telegraphenanlagen entstehenden Gefahren erlassen werden. In diesen Vorschriften ist auch, soweit dies technisch und wirtschaftlich zulässig ist, auf die technische Einheitlichkeit und die Möglichkeit gegenseitiger Aushilfe Bedacht zu nehmen.

4. Die für gewerbliche Betriebe bestehenden Vorschriften über Arbeiterschutz gelten auch für Elektrizitätsunternehmungen und Eigenanlagen im Sinne dieses Gesetzns.

§ 42.

Anwendung des Gesetzes auf bestehende Elektrizitätsunternehmungen und Elektrizitätsanlagen.

1. Die zur Zeit des Inkrafttretens dieses Gesetzes bereits bestehenden Eigenanlagen unterliegen bezüglich der späteren Erweiterungen und Änderungen der Bestimmung der §§ 16 und 27.

2. Die zur Zeit des Inkrafttretens dieses Gesetzes bereits bestehenden Elektrizitätsunternehmungen bedürfen für spätere Erweiterungen und Änderungen der Baugenehmigung nach diesem Gesetze, wobei die Bestimmungen des § 25 anzuwenden sind. Eine Konzession ist für solche Erweiterungen oder Änderungen nur dann erforderlich, wenn hiefür die im § 3 oder § 4 oder § 5, Absatz 1, oder § 6 vorgesehenen Rechte und Begünstigungen in Anspruch genommen werden oder wenn hiebei Wasserkräfte nutzbar gemacht werden sollen. Die Elektrizitätsunternehmungen werden durch die Erlangung der Konzession den im § 7 festgesetzten Verpflichtungen unterworfen, den in der §§ 8, 9, 10 und 12 festgesetzten Verpflichtungen sowie einer Beschränkung der Konzessionsdauer jedoch nur dann, wenn durch die Erweiterung oder Änderung der technischen Grundlagen der ursprünglichen Anlagen oder der wirtschaftliche Charakter der Unternehmung wesentlich geändert werden, insbesonders dann, wenn eine Steigerung der ausgebauten Leistung auf das Doppelte oder um mehr als zwanzigtausend Kilowatt erreicht wird.

3. Die Bestimmungen der §§ 14, 15, 28, 30, 37, 38 und 41 dieses Gesetzes finden auf alle zur Zeit des Inkrafttretens bereits bestehenden Elektrizitätsunternehmungen und Elektrizitätsanlagen Anwendung.

4. Die Bestimmungen des IV. Hauptstückes finden auch auf die zur Zeit des Inkrafttretens dieses Gesetzes bestehenden Telegraphenanlagen Anwendung.

§ 43.

Wirksamkeit.

1. Dieses Gesetz tritt 3 Monate nach seiner Kundmachung in Wirksamkeit.

2. Mit diesem Zeitpunkte treten alle mit diesem Gesetze in Widerspruch stehenden Vorschriften außer Kraft.

§ 44.

Vollzug.

Mit dem Vollzuge dieses Gesetzes ist Mein Minister für öffentliche Arbeiten im Einvernehmen mit den beteiligten Ministern betraut.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. [illegible]dener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
17. Februar 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUHN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 7.
36. Jahrgang.

INHALT:

Analyse achsial-symmetrischer Lichtquellen der Außenbeleuchtung. Von J. Ondracek, Wien. 77

Hochspannungsapparate und Brandschutz. Von F. Niethammer, Prag 82

Schwachstrom und Starkstrom. Von Ing. Friedrich Drexler 83

Rundschau 84

Vereinsnachrichten 86

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Analyse achsial-symmetrischer Lichtquellen der Außenbeleuchtung.

Von **J. Ondracek**, Wien.

Den Anforderungen der Beleuchtungstechnik zufolge werden die Lichtquellen als Ganzes ins Auge gefaßt, durch eine Summengröße, wie die mittlere, sphärische Lichtstärke, charakterisiert. Beim Studium eines besonderen Falles (Reflektorproblem) stellte sich die Notwendigkeit ein, Teile einer gegebenen Lichtquelle (bezw. Ausstrahlung) zu berücksichtigen, wozu sich dor Begriff des Lichtstromes als geeignet erwies*).

Ein Versuch, Beleuchtungsprobleme nach den Ergebnissen der Wärmestrahlungstheorie zu behandeln — in den „Vorlesungen über die Theorie der Wärmestrahlung" von Dr. Max Planck**) findet sich das hier Verwendbare im ersten Kapitel des ersten Abschnittes vor — brachte den Verfasser bald zur Überzeugung, daß für die Lichtstärke, sofern sie von der Richtung abhängig erscheint, ein mathematischer Ausdruck gesucht werden müsse; er fand sich mit Hilfe der Fourierschen Reihenentwicklung. Auf diesem Wege gelang es, die Gleichung einer Lichtverteilungskurve aufzustellen und die Lichtquelle in einfachere Lichtquellen zerlegt zu denken; Glocken und Reflektoren ändern, wie sich ergibt, die einzelnen, einfachen Lichtquellen gleichmäßig. Fragen der Außenbeleuchtung lassen sich dann gleichfalls analytisch und genau lösen.

A. Analyse der Lichtverteilungskurven nach Fourier.

Es ist nach Fourier jede im Intervalle von $-\pi$ bis $+\pi$ endliche Funktion $y = f(x)$ darstellbar in der Form:

$$\left.\begin{aligned} f(x) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{+\pi} f(x)\,dx + \\ + \frac{1}{\pi}\sum_{k=1}^{k=\infty}\Big[\cos kx \int_{-\pi}^{+\pi} f(x)\cos kx\,dx + \\ + \sin kx \int_{-\pi}^{+\pi} f(x)\sin kx\,dx\Big] \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 1).$$

Bei Problemen der Außenbeleuchtung handelt es sich nur um die in der unteren Hemisphäre vorhandenen Strahlen. Jeder Strahl (Abb. 1) wird durch seinen Neigungswinkel α mit der Vertikalen bestimmt, die in seiner Richtung herrschende Intensität J der punktförmigen Lichtquelle ist daher als eine Funktion dieses Winkels anzusehen, welche empirisch durch die aufgenommene Lichtverteilungskurve gegeben erscheint; hienach hat man den Winkel α, sofern der Vertikalen die Bezeichnung $\alpha = 0$ zugewiesen wird, im Intervalle $+\pi/2$, $-\pi/2$ anzunehmen, bezw. die Intensität J als eine im

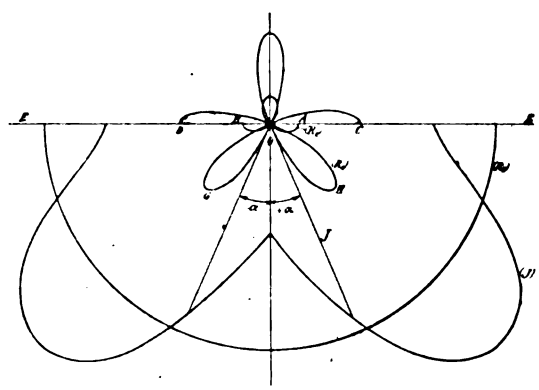


Abb. 1.

Intervalle $+\pi/2$, $-\pi/2$ empirisch gegebene Funktion des Winkels α anzusehen. Es müssen daher in der obigen Gleichung 1) gesetzt werden:

$$\alpha = \frac{x}{2}, \quad dx = 2\,d\alpha;$$

die Grenzen $+\pi$, $-\pi$ gehen dann über in $+\pi/2$, $-\pi/2$, wodurch man schließlich für die Intensität J in Abhängigkeit vom Neigungwinkel α des Lichtstrahles gegen die Vertikale folgende Fouriersche Darstellung bekommt:

$$f(\alpha) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi/2}^{+\pi/2} f(\alpha)\,d\alpha + \\ + \frac{2}{\pi}\sum_{k=1}^{k=\infty}\Big[\cos 2k\alpha \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} f(\alpha)\cos 2k\alpha\,d\alpha + \\ + \sin 2k\alpha \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} f(\alpha)\sin 2k\alpha\,d\alpha\Big].$$

Für Lichtquellen, die in jedem Meridian dieselbe Lichtverteilung aufweisen, sogenannte achsial-symmetrische Lichtquellen (die meisten Bogenlampen, die Metallfadenlampen), gilt aber:

$$f(-\alpha) = f(\alpha),$$

so daß man in diesem Falle erhält:

$$\left.\begin{aligned} f(\alpha) = \frac{2}{\pi}\int_{-\pi/2}^{+\pi/2} f(\alpha)\,d\alpha + \\ + \frac{4}{\pi}\sum_{k=1}^{k=\infty}\cos 2k\alpha \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} f(\alpha)\cos 2k\alpha\,d\alpha \end{aligned}\right\} \quad . \quad 2),$$

*) Dr. Ing. N. A. Halbertsma, E. T. Z. 1917, Seite 482 und 494.

**) Leipzig 1906, J. A. Barth.

Digitized by Google

was der Übersichtlichkeit halber auch geschrieben werden kann:

$$\left.\begin{aligned} J = f(\alpha) &= J_0 + J_2 \cos 2\alpha + J_4 \cos 4\alpha + \\ &+ J_6 \cos 6\alpha + \ldots + J_{2k} \cos 2k\alpha + \ldots \\ J_0 &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi/2} f(\alpha)\, d\alpha, \\ J_{2k} &= \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} f(\alpha) \cos 2k\alpha\, d\alpha \end{aligned}\right\} \quad 3).$$

Von den Koeffizienten J_0 und J_{2k} können die $n+1$ ersten — entsprechend der Wahl von $n+1$ bei Teilung des rechten Winkels in n-Teile ($\alpha_r = r \cdot \pi/2n$), erhaltenen Strahlen — wie folgt, angenähert berechnet werden: Es sei J_{2k} der $k+1$-te unter diesen Werten; dann bekommt man näherungsweise

$$\left.\begin{aligned} J_0 &= \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\pi}{2n} \sum_{r=0}^{r=n} f(\alpha_r), \\ J_{2k} &= \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\pi}{2n} \sum_{r=0}^{r=n} f(\alpha_r) \cos 2k\alpha_r; \\ d\alpha &= \frac{\frac{\pi}{2}}{n} \end{aligned}\right\} \quad 4).$$

$n+1$ ist 10, wenn die Lichtverteilungskurve von 10 zu 10 Graden aufgenommen wurde, 19 wenn von 5 zu 5 Graden. Die so erzielte Genauigkeit, abhängig von der Zahl n und auch noch von der Gestalt der Kurve, müßte in jedem besonderen Falle untersucht werden, ist aber mit Rücksicht auf die Ziele der vorliegenden Arbeit ohne weitere Untersuchung als hinreichend angenommen*). Rasch und bequem lassen sich die Koeffizienten $J_0, J_2 \ldots, J_{2k} \ldots$ nach Aufstellung der folgenden Tabelle berechnen ($\rho_r = f(\alpha_r)$):

ρ_r	α_r	$\cos 2\alpha_r$	$\cos 4\alpha_r$	$\cos 6\alpha_r$	$\cos 8\alpha_r$	$\cos 10\alpha_r$
ρ_0	0	1	1	1	1	1
ρ_1	10	0·94	0·766	0·5	0·174	— 0·174
ρ_2	20	0·766	0·174	— 0·5	— 0·94	0·766
ρ_3	30	0·5	— 0·5	— 1	— 0·5	0·5
ρ_4	40	0·174	— 0·94	— 0·5	0·766	0·766
ρ_5	50	— 0·174	— 0·94	0·5	0·766	— 0·766
ρ_6	60	— 0·5	— 0·5	1	0·5	— 0·5
ρ_7	70	— 0·766	0·174	0·5	— 0·94	0·766
ρ_8	80	— 0·94	0·766	— 0·5	0·94	0·766
ρ_9	90	— 1	1	— 1	1	— 1

Die einzelnen ρ_r sind mit dem Läufer des Rechenschiebers einzustellen und mit Hilfe der cos-Werte der betreffenden α_r-Zeile die Summanden der Formel 4) am Träger abzulesen; ferner die so erhaltenen Werte kolonnenweise zu addieren und mit den Faktoren 1/9 bezw. 2/9 zu multiplizieren.

Von den besonderen Werten der Lichtstärke pflegt denen für $\alpha = 0$ und $\alpha = \pi/2$ Aufmerksamkeit geschenkt zu werden, nämlich der Vertikalintensität

$$J_v = J_0 + J_2 + J_4 + J_6 + \ldots \quad 5)$$

und der Horizontalintensität

$$J_h = J_0 - J_2 + J_3 - J_6 + \ldots \quad 6);$$

die rechten Seiten dieser beiden Ausdrücke entstehen aus der ersten von den Gleichungen 3) für $\alpha = 0$ und für $\alpha = \pi/2$. Es ist nicht notwendig, mehr als die ersten fünf Fourierschen Koeffizienten J_0, J_2, J_4, J_6, J_8 zu berechnen, wenigstens nicht nach dem an späterer Stelle entwickelten Ausdrucke für die untere hemisphärische Lichtstärke.

Mit einer für viele Zwecke hinreichenden Genauigkeit (zirka 2%) lassen sich aus nur fünf Aufnahmen von Lichtintensitäten ($\alpha = 0°, 30°, 45°, 60°, 90°$), die eben genannten Koeffizienten bestimmen, denn da

$$\begin{aligned} J_v &= J_0 + J_2 + J_4 + J_6 + J_8, \\ J_h &= J_0 - J_2 + J_4 - J_6 + J_8, \\ J_{\pi/4} &= J_0 \quad - J_4 \quad + J_8, \\ J_{\pi/3} &= J_0 - \tfrac{1}{2} J_2 - \tfrac{1}{2} J_4 + J_6 - \tfrac{1}{2} J_8, \\ J_{\pi/6} &= J_0 + \tfrac{1}{2} J_2 - \tfrac{1}{2} J_4 - J_6 - \tfrac{1}{2} J_8. \end{aligned}$$

so ergeben sich:

$$\left.\begin{aligned} J_0 &= \frac{J_v + J_h}{6} + \frac{J_{\pi/3} + J_{\pi/6}}{3}, \\ J_2 &= \frac{J_v - J_h}{3} + \frac{J_{\pi/6} - J_{\pi/3}}{3}, \\ J_4 &= \frac{J_v + J_h}{2} - J_{\pi/4}, \\ J_6 &= \frac{J_v - J_h}{6} - \frac{J_{\pi/6} - J_{\pi/3}}{3}, \\ J_8 &= \frac{J_v + J_h}{12} + \frac{1}{2} J_{\pi/4} - \frac{J_{\pi/3} + J}{3} \end{aligned}\right\} \quad 7).$$

B. Analyse einer gegebenen achsial-symmetrischen Lichtquelle

In

$$J = J_0 + J_2 \cos 2\alpha + J_4 \cos 4\alpha + \ldots$$

nehmen die Fourierschen Koeffizienten $J_0, J_2, J_4 \ldots$ allmählich ab, so daß, falls eine gewisse Fehlergrenze, zum Beispiel 0·2%, festgesetzt wird, die Reihe schon mit dem Fourierschen Koeffizienten J_8 abgebrochen werden kann; an späterer Stelle, bei Besprechung des Ausdruckes für die hemisphärische Lichtstärke, findet sich der Beweis für diese Behauptung vor.

Der Ausdruck

$$J = J_0 + J_2 \cos 2\alpha + J_4 \cos 4\alpha + J_6 \cos 6\alpha + J_8 \cos 8\alpha$$

wäre hienach als Gleichung der gegebenen Lichtverteilungskurve anzusehen. Einer physikalischen Deutung dieser Gleichung muß eine geometrische Deutung vorangehen; dies soll an der Hand des folgenden, besonderen Beispieles geschehen.

Eine Lichtverteilungskurve habe die Gleichung:

$$J = 100 - 14 \cos 2\alpha - 40 \cos 4\alpha \quad 8);$$

$$\begin{aligned} R_0 &= 100. \\ R_2 &= -14 \cos 2\alpha, \\ R_4 &= -40 \cos 4\alpha, \end{aligned}$$

sind dann die Polargleichungen dreier Kurven, welche sich, wenn man sie nur in ihrem dem Intervalle $-\pi/2$ bis $+\pi/2$ entsprechenden Verlaufe ins Auge faßt, im Halbkreise (R_0) und in den beiden Kurven (R_2), (R_4) der Abb. 1 dargestellt vorfinden; ihre in die Richtung α fallenden Strahlen 100, $-14 \cos 2\alpha$, $-40 \cos 4\alpha$ ergeben, algebraisch addiert, die Stärke des tatsächlich in dieser Richtung α vorhandenen Lichtstrahles.

So die geometrische Deutung der Gleichung 8). Bei der algebraischen Addition können und kommen im obigen Beispiele tatsächlich Strahlen mit negativem Vorzeichen vor, was auf die Möglichkeit der teil-

*) Eine Methode, welche mit 1% Fehler arbeiten muß, ist in E. u. M. 1916, Hefte 51, 52 und 53 enthalten; die obige Methode ist hinsichtlich der Genauigkeit von der Zahl n abhängig, das heißt sie kann einen Fehler von 1% aufweisen, aber auch von zum Beispiel 5% oder 20%.

Digitized by Google

weisen Vernichtung eines Lichtstrahles durch andere entgegengesetzt gerichtete Lichtstrahlen hinausliefe, ein physikalisch unmöglicher Vorgang. Einer Lichtquelle entzogen werden oder vernichtet werden können Lichtstrahlen nur durch Absorption (eine Schwächung von Lichtstrahlen durch Zerstreuung im Raume ist als nicht vorhanden angenommen). Bei der physikalischen Deutung der Gleichung einer Lichtverteilungskurve müßte vielmehr in folgender Weise vorgegangen werden.

Es weist zunächst der Halbkreis (R_0) auf eine Lichtquelle gleicher Intensität in allen Richtungen oder auf eine gleichförmige Lichtquelle hin; diese erfährt durch das Hinzutreten anderer Strahlen eine Verstärkung, dann aber auch eine stellenweise Schwächung, welche Einwirkungen zusammengenommen die Lichtverteilungskurve (J) der Lichtquelle liefern. Der Kürze der Sprechweise halber soll die Kurve $A\,O\,E\,B$, welche die Polargleichung

$$R_2 = -14\cos 2\alpha$$

hat, als Lichtquelle zweiter Ordnung bezeichnet sein; sie besteht aus zwei Teilen: einem solchen, der die gleichförmige Lichtquelle verstärkt ($O\,A$ und $O\,B$ der Abb. 1) und einem, der sie schwächt ($O\,E\,O$ derselben Abbildung). Ebenso verstärkt die einfache Lichtquelle vierter Ordnung die gleichförmige Lichtquelle $R_0 = 100$ durch den Strahlenbüschel $O\,G\,O$, $O\,H\,O$ und schwächt sie durch die Büschel $O\,C$, $O\,D$, $O\,F\,O$. Es bedeuten daher sämtliche Strahlen einer Lichtquelle von einer beliebigen (aber geraden) Ordnung, welche oberhalb der Horizontalebene $E\,E$ der Abb. 1 liegen, Schwächungen, alle, die unterhalb liegen, Verstärkungen der gleichförmigen Lichtquelle $R_0 = 100$.

Man kann sich jetzt die gegebene Lichtquelle aus einer gleichförmigen Lichtquelle von der Intensität $R_0 = 100$ entstanden denken, wenn diese von einer Kugel aus kalotten- und zonenweise teils absorbierendem, teils selbstleuchtendem Materiale umgeben ist. Die selbstleuchtenden Zonen (Kalotten) sind in ihrer Wirkung äquivalent den Verstärkungen, die absorbierenden Zonen (Kalotten) den Schwächungen. Sollten beide Wirkungen örtlich ganz oder teilweise zusammenfallen, so hat dies eventuell eine Abänderung der Dicke der

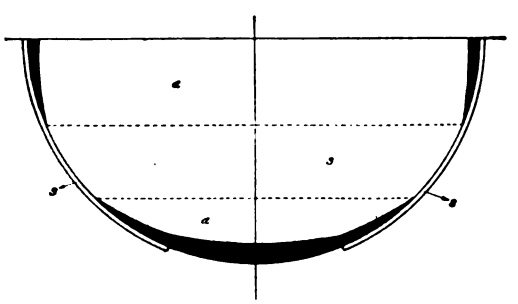


Abb. 2.

absorbierenden Schicht (Schwächung) zufolge. Abb. 2 enthält die Zonen und die Kalotte und am Umfange der Halbkugel andeutungsweise die Dicke der absorbierenden Schicht eingezeichnet, alles für die Lichtverteilungskurve der Gleichung 8) gemeint.

Die derart konstruierte also ideelle Lichtquelle ist mit der gegebenen Lichtquelle wirkungsgleich; die physikalischen Eigenschaften der Lichtstrahlen emittiert (an selbstleuchtenden Stellen) und absorbiert werden zu können, reichen hin, um jede beliebige, punktförmige Lichtquelle aus einer gewissen gleichförmigen Lichtquelle durch bestimmte Verstärkungen und Schwächungen zu erhalten.

Die Schwächung unmittelbar unter dem Kohlenlichtbogen hat bekanntlich ihre Ursache im Vorhandensein der unteren Kohle, die übrigen Schwächungen und Verstärkungen der hypothetischen, gleichförmigen Lichtquelle sind in der Konstitution des Lichtbogens begründet.

Eine weitere, wichtige Eigenschaft der einfachen Lichtquellen wird in der Folge unter *C. b)* zur Sprache kommen.

C. Anwendungen.

a) Die Berechnung der hemisphärischen Lichtstärke.

Darunter ist die mittlere, untere, hemisphärische Lichtstärke gemeint, oder

$$J_\smile = \int_0^{\pi/2} J \sin\alpha\, d\alpha =$$

$$= \int_0^{\pi/2} (J_0 + J_2\cos 2\alpha + J_4\cos 4\alpha + \ldots)\sin\alpha\, d\alpha =$$

$$= J_0 + \sum_{k=1}^{k=\infty} \int_0^{\pi/2} J_{2k}\cos 2k\alpha \sin\alpha\, d\alpha;$$

da aber

$$\int_0^{\pi/2} \cos 2k\alpha \sin\alpha\, d\alpha = \left| \frac{\cos(2k-1)\alpha}{2(2k-1)} \right|_0^{\pi/2} -$$

$$- \left| \frac{\cos(2k+1)\alpha}{2(2k+1)} \right|_0^{\pi/2} = -\frac{1}{(2k-1)(2k+1)},$$

so erhält man sie in der Form

$$J_\smile = J_0 - \frac{1}{1.3}J_2 - \frac{1}{3.5}J_4 - \left| \right.$$
$$\left. - \frac{1}{5.7}J_6 - \frac{1}{7.9}J_8 - \frac{1}{9.11}J_{10} - \ldots \right| \quad 9)$$

durch eine für praktische Zwecke gut konvergierende Reihe; das Reihenglied mit J_{11} liegt in seinem Werte schon beträchtlich unter dem ersten und größten Gliedwerte J_0 (durchschnittlich 1% von J_0), weshalb die Bestimmung der Koeffizienten über J_8 hinaus nicht zu erfolgen braucht. Die Werte der Fourierschen Koeffizienten aus den Gleichungen 7) in die Gleichung 9) einführend, erhält man noch:

$$J_\smile = 0{\cdot}0162\,J_v + 0{\cdot}238\,J_h + 0{\cdot}44\,J_{\pi/3} + 0{\cdot}237\,J_{\pi/6} + + 0{\cdot}0745\,J_{\pi/4}.$$

Die Gleichungen 5), 6), 7) und 9) sprechen deutlich genug dafür, daß die Fourierschen Koeffizienten J_0, J_2, J_4, J_7, J_8 als die ursprünglichen, der Lichtquelle eigentümlichen Größen anzusehen sind, da die praktisch verwendeten Größen J_h, J_v und $J_\smile$ aus ihnen abgeleitet erscheinen; $J_\smile$ charakterisiert zwar die Lichtquelle besser als J_h, jedoch nur summarisch.

b) Analyse der Lichtausstrahlung von Bogen- und Glühlampen mit Glocken oder Reflektoren.

Irgendeine punktförmige Lichtquelle habe in

$$J = J_0 + J_2\cos 2\alpha + J_4\cos 4\alpha + J_6\cos 6\alpha + J_8\cos 8\alpha$$

die Gleichung ihrer Lichtverteilungskurve. Umgeben von einer Glasglocke (aus Klar-, mattiertem, Opalüberfangenem oder Alabasterglas) oder einem Reflektor, auch beiden, liefert sie bei neuerlicher, photometrischer

Digitized by Google

Aufnahme eine andere Lichtverteilungskurve, deren Gleichung in

$$J' = J_0' + J_2' \cos 2\alpha + J_4' \cos 4\alpha + J_6' \cos 6\alpha + J_8' \cos 8\alpha$$

angeschrieben sein soll. Die Intensitäten der in dieselbe Richtung α fallenden Strahlen von den einzelnen, einfachen Lichtquellen vor und nach aufgesetzter Glocke (Reflektor) haben zu Quotienten die Werte

$$q_0 = \frac{J_0'}{J_0}, \quad q_2 = \frac{J_2'}{J_2}, \quad q_4 = \frac{J_4'}{J_4}, \quad q_6 = \frac{J_6'}{J_6},$$

$$q_8 = \frac{J_8'}{J_8} = \frac{J_8' \cos 8\alpha}{J_8 \cos 8\alpha},$$

welche demnach von der Strahlrichtung α unabhängig sind, mit anderen Worten: Sämtliche Strahlen irgendeiner einfachen Lichtquelle des nackten Lichtbogens erfahren durch Umgeben mit einer Glocke (Reflektor, Schirm) eine gleichmäßige Verstärkung oder Schwächung; in diesem Falle sollen obige Quotienten Schwächungskoeffizienten, in jenem Verstärkungskoeffizienten der bezüglichen, einfachen Lichtquellen heißen. Daß diese Koeffizienten untereinander nicht gleich sind, das heißt die Lichtausstrahlung des nackten Bogens durch Glocken (Reflektoren, Schirme) nicht nur verstärkt oder nur geschwächt, sondern in ihrem Charakter geändert wird, mögen die anschließenden Beispiele verdeutlichen.

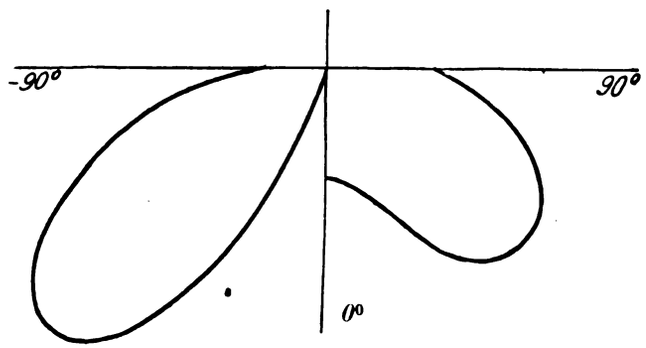


Abb. 3.

Bis jetzt ist zur Kennzeichnung der Wirkung einer Glocke (eines Reflektors oder Schirmes) lediglich die Angabe des Quotienten aus den hemisphärischen Lichtstärken nach aufgesetzter Glocke (Reflektor, Schirm) und bei nacktem Bogen üblich (optischer Nutzfaktor), was eine bloß summarische Beurteilung der Glocke zuläßt; in der hemisphärischen Lichtstärke kommen eben die Besonderheiten der Lichtausstrahlung, welche die Art der zu erzielenden Beleuchtung bestimmen, nicht zum Ausdruck. Beispielsweise können zwei Metallreflektoren vom gleichen Durchmesser aber verschiedenen Öffnungswinkeln nahezu denselben Nutzfaktor, jedoch sehr abweichende Lichtverteilungen zur Folge haben; mit den aus nur fünf Aufnahmen berechenbaren Größen J_0, J_2, J_4, J_6, J_8, Gleichung 7), die zufolge Gleichung 9) auch die hemisphärische Lichtstärke ergeben, ist die erhältliche Beleuchtung genügend gekennzeichnet.

Als Nutzanwendung dieser Einsicht sollte die Forderung aufgestellt werden, nackte Lichtquellen durch die fünf Größen J_0, J_2, J_4, J_6, J_8, Glocken (Reflektoren, Schirme) durch ihre Verstärkungs- bezw. Schwächungskoeffizienten zu charakterisieren; aus den genannten fünf Größen lassen sich alle anderen, bis jetzt zur Kennzeichnung einer Lichtquelle gebräuchlichen Größen, wie horizontale Lichtstärke, hemisphärische Lichtstärke und anderes, ableiten; diese Forderung gilt natürlich bloß für den Prüftechniker, sie bildet die Grundlage

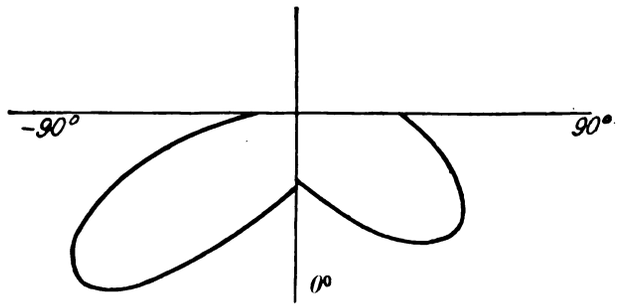


Abb. 4.

der Untersuchung und Prüfung von Lichtquellen und Glocken (Reflektoren, Schirmen) unter der Voraussetzung, daß nur solche Größen gesucht bezw. nachgeprüft werden, welche über die Lichtquellen erschöpfende Auskunft vermitteln, nicht etwa einseitige, wie die hemisphärische Lichtstärke bloß zu geben imstande ist.

Die in den folgenden Beispielen verwendeten Lichtverteilungskurven (Abb. 3, 4 und 5) sind dem Werke „Elektrische Beleuchtung“ von Dr.-Ing. B. Monasch*) entnommen; für die Berechnung wurden die unter 10° Richtungsunterschied aufgenommenen Werte der Lichtstärken von den Abb. 59 und 64 des genannten Buches in mm abgemessen und weiter benutzt. Die Gleichung der Lichtverteilungskurve ist in zwei Formen angegeben: Aus der einen folgt der Betrag für die Lichtstärke in mm (mit der Umrechnungszahl der HK/mm, multipliziert in HK), in der anderen erscheint die Intensität J_0 der gleichförmigen Lichtquelle auf 100 reduziert, so daß die Vertikalintensitäten J_2, J_4, J_6, ... (Höchstwerte) der übrigen Lichtquellen, in Prozenten der gleichförmigen Lichtquellenintensität ausgedrückt, daher in ihrer gegenseitigen Größe leicht zu übersehen sind. Da ferner jede von den betrachteten natürlichen Lichtquellen zwei Lichtverteilungskurven aufweist, eine für den nackten, die andere für den mit einer Opalüberfang- oder Klarglasglocke, so sind auch immer zwei Gleichungen von der eben besprochenen Gestaltung gebracht.

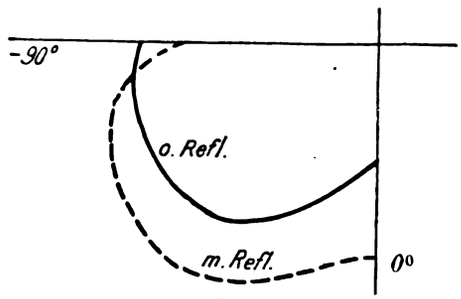


Abb. 5.

1. Reinkohlenlampe für Gleichstrom ohne und mit Opalüberfangglocke.

Die aufgenommenen Intensitäten sind (in mm):

0, 0, 8, 33, 48, 50, 43, 31, 20, 7,
15, 16·3, 19, 27, 34, 36, 34, 29, 21, 15,

woraus die Gleichungen für die Lichtverteilungskurven folgen mit:

*) Dr.-Ing. B. Monasch: „Elektrische Beleuchtung“. Verlag von Dr. Max Jänecke, Hannover 1910.

Digitized by Google

$$J = \begin{cases} 26{\cdot}6 - 11{\cdot}1\cos 2\alpha - 21{\cdot}7\cos 4\alpha + 1{\cdot}13\cos 6\alpha + 2{\cdot}66\cos 8\alpha, \\ 100 - 41{\cdot}2\cos 2\alpha - 81{\cdot}5\cos 4\alpha + 4{\cdot}25\cos 6\alpha + \cos 8\alpha \end{cases}$$

$$J_g = \begin{cases} 27{\cdot}3 - 3{\cdot}53\cos 2\alpha - 6{\cdot}53\cos 4\alpha + 2{\cdot}38\cos 6\alpha + 3{\cdot}22\cos 8\alpha, \\ 100 - 12{\cdot}9\cos 2\alpha - 24\cos 4\alpha + 8{\cdot}7\cos 6\alpha + 11{\cdot}8\cos 8\alpha \end{cases} \quad \ldots \alpha),$$

das erste Gleichungspaar bezieht sich auf den nackten, das zweite auf den umhüllten Lichtbogen. Der Ausnutzungsfaktor hat den Wert:

$$\frac{J_{\cup g}}{J_{\cup}} = \frac{28{\cdot}8}{31{\cdot}7} = 0{\cdot}91.$$

2. Wechselstrom-Reinkohlenlampe mit Reflektor, dann mit Opalüberfangglocke.

Hier sind die von 10 zu 10^0 aufgenommenen Intensitäten in mm:

9·5, 12, 15, 20·5, 28, 35, 34, 25·5, 14, 8,
9, 10, 12·5, 16, 21·5, 26, 25·5, 22·5, 18·5, 14,

somit ergeben sich:

$$J = \begin{cases} 22{\cdot}4 - 3{\cdot}46\cos 2\alpha - 9{\cdot}35\cos 4\alpha - 5{\cdot}06\cos 6\alpha + 1{\cdot}1\cos 8\alpha, \\ 100 - 15{\cdot}4\cos 2\alpha - 41{\cdot}5\cos 4\alpha - 22{\cdot}6\cos 6\alpha + 4{\cdot}85\cos 8\alpha \end{cases}$$

$$J_g = \begin{cases} 19{\cdot}5 - 5{\cdot}8\cos 2\alpha - 3{\cdot}22\cos 4\alpha + 1{\cdot}62\cos 6\alpha + 2{\cdot}36\cos 8\alpha, \\ 100 - 30\cos 2\alpha - 16{\cdot}5\cos 4\alpha + 8{\cdot}35\cos 6\alpha + 12{\cdot}1\cos 8\alpha \end{cases} \quad \ldots \beta),$$

und der Nutzfaktor:

$$\frac{J_{\cup g}}{J_{\cup}} = \frac{21{\cdot}6}{24{\cdot}3} = 0{\cdot}89.$$

3. Metallfadenlampe ohne und mit reflektierender Armatur.

Die Analyse ist an einer 300 HK-Wolframlampe für Außenbeleuchtung durchgeführt, welche in eine Armatur mit ansitzender Klarglasglocke festgelegt werden kann. Die Armatur hat weiße, diffusreflektierende Innenflächen und Reflektoren; Abb. 5 ist nach B. Monasch „Elektrische Beleuchtung", 2. Teil, Abb. 28, gezeichnet.

Man erhält für die nackte Glühlampe und für dieselbe in Armatur nacheinander die folgenden Resultate:

Mit den von 10 zu 10^0 aufgenommenen Lichtstärken (in mm):

15, 18·5, 23, 27, 31, 33, 33·5, 33·5, 33, 32,
29, 29, 33, 37, 39, 40, 39, 38, 35, 23·5,

die Gleichungen der bezüglichen Lichtverteilungskurven:

$$J = \begin{cases} 31 - 9{\cdot}4\cos 2\alpha + 1{\cdot}31\cos 4\alpha - 2{\cdot}53\cos 6\alpha + 4{\cdot}77\cos 8\alpha, \\ 100 - 30{\cdot}3\cos 2\alpha + 4{\cdot}22\cos 4\alpha - 8{\cdot}16\cos 6\alpha + 15{\cdot}4\cos 8\alpha \end{cases}$$

$$J_{ref2} = \begin{cases} 38 - 1{\cdot}13\cos 2\alpha - 9\cos 4\alpha + 1{\cdot}66\cos 6\alpha + 4{\cdot}27\cos 8\alpha \\ 100 - 2{\cdot}96\cos 2\alpha - 23{\cdot}6\cos 4\alpha + 4{\cdot}37\cos 6\alpha + 11{\cdot}2\cos 8\alpha \end{cases} \quad \ldots \gamma),$$

endlich der Nutzfaktor

$$\frac{J_{\cup r}}{J_{\cup}} = \frac{38{\cdot}2}{34{\cdot}1} = 1{\cdot}12.$$

Den Gleichungspaaren (α), (β) und (γ) zufolge ist die numerisch stärkste von den einfachen Lichtquellen die gleichförmige (die einzige Ausnahme bilden Lichtquellen mit stark nach abwärts wirkenden Reflektoren); die einfachen Lichtquellen der 2. und der 4. Ordnung sind bestimmend für den Charakter der Lichtausstrahlung und bedingen, falls die ihnen entsprechenden Glieder wie in den obigen Gleichungspaaren negative Vorzeichen besitzen, eine mehr oder weniger gleichförmige Bodenbeleuchtung. Die Wirkung der Glocken und des Reflektors ist an den Verstärkungskoeffizienten v und an den Schwächungskoeffizienten s kenntlich, deren besondere Werte in den obigen 3 Fällen aus der Aufstellung:

$v_0 = 1{\cdot}02$, $s_2 = 0{\cdot}318$, $s_4 = 0{\cdot}301$, $v_6 = 2{\cdot}1$, $r_8 = 1{\cdot}21$,

$s_0 = 0{\cdot}87$, $v_2 = 1{\cdot}68$, $s_4 = 0{\cdot}345$, $s_6 = -0{\cdot}31 = \frac{1{\cdot}62}{-5{\cdot}06}$, $r_8 = 2{\cdot}15$,

$v_0 = 1{\cdot}23$, $s_2 = 0{\cdot}12$, $v_4 = -6{\cdot}87 = \frac{-9}{1{\cdot}31}$, $s_6 = -0{\cdot}656 = \frac{1{\cdot}66}{-2{\cdot}53}$, $s_8 = 0{\cdot}895$

zu entnehmen sind; ohne gleichzeitige Anführung der zugeordneten ersten von den Gleichungen α), β) oder γ) haben diese Koeffizienten keinen Sinn, schon deswegen, weil ein und dieselbe Glocke für verschiedene Lichtquellen andere Koeffizientenbeträge ergibt. Ferner sollen die negativen Koeffizienten in Bruchform und mit den Vorzeichen im Zähler und Nenner wiedergegeben werden, da dann angezeigt ist, ob der Koeffizient die Überführung einer einfachen Lichtquelle von der Art der (R_4) in Abb. 1 in die mit jener Lichtverteilungskurve (oder zu der letzteren ähnlichen Kurve), welche zur (R_4) bezüglich der Horizontalen $E\,E$ symmetrisch liegt, bedeutet oder umgekehrt.

c) Beleuchtungsgrößen.

Das benutzte Prinzip der Zerlegung überträgt sich notwendigerweise auf die Beleuchtungsgrößen; jede von ihnen kann als Summe von gleichartigen, auf die einzelnen, einfachen Lichtquellen bezüglichen Größen dargestellt werden, ein Lichtstrom daher als Summe von Lichtströmen der einfachen Lichtquellen.

Man bekommt für den Lichtstrom, welcher auf die Kreisfläche vom Halbmesser $x = p\,\mathrm{tg}\,\alpha$ entfällt (p ist die Höhe der Lichtquelle über dem Boden, α der Winkel eines Kreisrandstrahles mit der Vertikalen)

$$\Phi = 2\pi\int_0^{\alpha} J\sin\alpha\,d\alpha = 2\pi\int_0^{\alpha}(J_0 + J_2\cos 2\alpha + J_4\cos 4\alpha + \ldots)\sin\alpha\,d\alpha$$

oder unter Beachtung der Gleichung 9) vorangehenden Ausdruckes:

$$\Phi = 2\pi\left[J_{\cup} - J_0\cos\alpha + \frac{J_2}{2}\left(\cos\alpha - \frac{\cos 3\alpha}{3}\right) + \frac{J_4}{2}\left(\frac{\cos 3\alpha}{3} - \frac{\cos 5\alpha}{5}\right) + \frac{J_6}{2}\left(\frac{\cos 5\alpha}{5} - \frac{\cos 7\alpha}{7}\right) + \frac{J_8}{2}\left(\frac{\cos 7\alpha}{7} - \frac{\cos 9\alpha}{9}\right)\right]$$

und hienach leicht die mittlere, horizontale Beleuchtungsstärke: $E_m = \frac{\Phi}{\pi x^2} = \frac{2}{x^2}\int_0^{\alpha} J\sin\alpha\,d\alpha$.

Das gesamte Problem der Innenbeleuchtung (Lichtquellen und Beleuchtung) — durch obige Ausführungen vorbereitet — bleibe einer späteren Besprechung vorbehalten.

Digitized by Google

Hochspannungsapparate und Brandschutz.

Von F. Niethammer, Prag.

Vom Generalsekretariate des schweizerischen elektrotechnischen Vereines ist ein vierter Bericht der Kommission für Hochspannungsapparate und Brandschutz erstattet worden*) als Fortsetzung der Berichte, die hier schon ausführlich behandelt wurden**). Trotz der durch den Krieg verursachten Schwierigkeiten hat der schweizerische elektrotechnische Verein in letzter Zeit eine ganze Reihe fachlich äußerst wertvoller Arbeiten herausgebracht, außer den besonders schwierigen und gründlichen Arbeiten über Hochspannungsapparate die soviel Neues und Anregendes bringen, erwähne ich nur die mustergiltigen Leitsätze für den Überspannungsschutz und die Untersuchungen über Koch- und Heizapparate***).

Die zuletzt veröffentlichten Untersuchungen an Ölschaltern (II. Teil) von Ing. Dr. B. Bauer betreffen zunächst die thermodynamischen und chemischen Vorgänge beim Abschalteprozeß, die an einem großen und an einem kleinen Versuchsschalter studiert wurden; der letztere wurde wegen der Gefährlichkeit der Versuche erforderlich. Zur Ermittlung des Druckverlaufes im Ölschalterkessel während der Abschaltung diente eine kreisrunde Stahlmembran. Senkrecht darauf ist ein Stift aufgesetzt, der den auf die Membran ausgeübten Druck auf einen Block aufeinander geschichteter Kohlenplättchen überträgt. An den Enden des aus 15 Scheiben bestehenden Kohlenblockes wird der elektrische Widerstand gemessen, der mit wachsendem Druck abnimmt. Über einen gewissen Druckbereich war es möglich, einen mit dem Druck nahezu proportionalen Anstieg des Stromes zu erzielen.

Die der Schalterarbeit äquivalente Wärmemenge $Q = Q_c + Q_i + a \int p\, d\, v$ wird verbraucht:

1. Als Q_c zur Erwärmung sowie lokalen Schmelzung und Verdampfung des Elektrodenmateriales.

2. Der Betrag Q_i als Bildungswärme der Zersetzungsprodukte des Öles (abgeschiedene Kohle und Gase).

3. Der Betrag $a . \int p . d\, v$ zur äußeren Arbeitsleistung der entstehenden Gase; p und v sind spezifischer Druck und spezifisches Volumen, a das Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit. Infolge der kurzen Abschaltezeit beschränkt sich die Wärmewirkung Q_i nach 1. hauptsächlich auf die nächste Umgebung der Lichtbogenansatzstelle; eine nennenswerte Wärmeableitung findet nicht statt. Es kommt deshalb jeder Abschalteleistung ein minimaler Grenzwert der Masse des Abreißkontaktes zu, was im Schalterbau längst praktisch geübt wird.

Die Messungen der im Ölschalter beim Abschalten entstehenden Gasmenge ergab das interessante Resultat, daß durchschnittlich pro 1 kWs Schalterarbeit $A = C . I_0 . E . t_e$ rund 46·5 cm³ Gas entstehen, normalflüssiges Öl der Oil Comp. vorausgesetzt. Bezogen auf 1000 kVA Kurzschlußleistung berechnet sich bei $E = 10\,000$ V ein Gasvolumen von 390 cm³, bei 30 000 V 1080 cm³.

Die vom Direktor Dr. Schlaepfer der Eidgenössischen Prüfanstalt für Brennstoffe durchgeführten Gasanalysen der entstandenen Schaltergase ergeben folgende Volumzusammensetzung der Schaltergase: Wasserstoff 53 bis 66%; Methan 3 bis 14%; schwere Kohlenwasserstoffe (Aethylen) 3 bis 34%; Kohlensäure 0·3 bis 1·5%; Sauerstoff 1 bis 3%; Stickstoff 4 bis 6%. Die Schaltergase aus Mineralölen sind also sehr wasserstoffreich, je mehr der Wasserstoffgehalt wächst, desto größer wird auch die abgeschiedene Kohlenstoffmenge und desto mehr treten die Kohlenwasserstoffe (Methan, Aethylen usw.) zurück.

Ein eingehender Vergleich von Ölproben vor der Benützung und nach hunderten von Abschaltungen läßt erkennen, daß durch die Abschaltungen das Öl hauptsächlich mechanisch verunreinigt wird. Der Abschaltevorgang scheidet aus dem Öl Kohlenstoff, keinen asphaltartigen Körper und auch keine ungesättigten flüssigen Körper aus. Nach erfolgter mechanischer Reinigung der im Schalter beanspruchten gebräuchlichen Mineralöle in einer Filterpresse resultiert ein Schalteröl, daß gegenüber dem ursprünglichen frischen Öl nicht wesentlich verändert ist. Für die sogenannten unverbrennlichen Schalteröle trifft das allerdings nicht zu.

Vom Standpunkt der Betriebssicherheit sind die mechanischen Kräftewirkungen der Gassphäre, in der sich der Lichtbogen entwickelt, von größter Bedeutung. Das Arbeitsvermögen der Gassphäre errechnet sich einmal aus dem mittleren spezifischen Gasdruck p in kg/cm² und dem Gasvolumen V in cm³, andererseits aus der Gaskonstanten R, dem Gewicht G der Gasmasse und der absoluten Gastemperatur T, also

$$p . V = G . R . T$$

wobei man das Gewicht $G = k . A$ setzen kann, wenn A die Schalterarbeit ist. Ist V_0 das konstante Volumen unter dem Ölschalterdeckel, p_0 der Druck in kg/cm² und T_0 die absolute Temperatur des Gases je vor Auftreten des Lichtbogens, so gilt für den Druckanstieg Δp durch die Gassphäre des Lichtbogens

$$\Delta p = p_0 \left(\frac{T_1}{T_0} - 1 \right) + \frac{k . A\, R\, T_1}{V_0},$$

wenn T_1 die Temperatur des Gases während oder am Schluß der Lichtbogenbildung ist.

Versuche von Merriam an Topfschaltern der General Electric Co. ergaben bei einem Topfdurchmesser d_0 von 20·3 cm einen Überdruck Δp von 4·25 kg/cm², bei einem Durchmesser von 25·3 cm dagegen $\Delta p = 1·25$ kg/cm², woraus der tatsächliche große Einfluß des Volumens $V_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} . h$ unter dem Schalterdeckel hervorgeht. Es handelte sich um einen Turbogenerator von 12 000 kVA, 9000 V, 25 Per/s, bei 6% äußerer Reaktanz um eine Kurzschlußleistung $I_0 . E = 15\,000$ kVA, Abschaltezeit $t_e = 0·08$ s, $C = 0·07$, Schalterarbeit $A = C . I . E . t_e = 84$ kWs. Nun erzeugt 1 kWs 46·5 cm³ Gas vom spezifischen Gewicht $0·195\,10^{-3}$ g/cm³. Damit wird $k = 9·08 . 10^{-3}$. Mit $R = 149·2$, mit $V = 2900$ cm³ bei $h = 10$ cm Lufthöhe, $T_0 = 273^0 + 30^0$ und $T_1 = 273^0 + 400^0$ ergibt sich für den erstgenannten Topfschalter $\Delta p = 3·8$ kg/cm² statt wie gemessen 4·25 cm². Die üblichen Kastenölschalter haben bedeutend größere Volumen V_0 unter dem Schalterdeckel, so daß keine nennenswerte Überdrücke zu erwarten wären. Die durch Versuche festgestellten Überdrücke in Kastenschaltern erklären sich dadurch, daß der Druck in der Gassphäre infolge der Beschleunigungskräfte der Ölmasse im offenen Schalter oscillatorisch verlaufen kann. Der bei diesen Schwingungen auftretende größte Druckstoß fällt besonders hoch aus, wenn der Schalter unter statischem Druck steht.

Durch Erhöhung der unterbrochenen Leistung oder Verringerung der Schaltgeschwindigkeit wächst der Überdruck um den Lichtbogen schließlich so weit an, daß er die Ölsäule an einer Stelle emporschleudert und ein Kamin

*) Bulletin, Schweiz. Elektrotechn. Verein, September 1917.
**) Vgl. E. u. M. 1916, S. 65 und 296.
***) Vgl. E. u. M. 1917, S. 191; 1918, Heft 5, Seite 52.

Digitized by Google

von der Gassphäre zur Öloberfläche schafft, in dem die glühenden Gase aufsteigen und sich oben bei Anwesenheit von Sauerstoff entzünden. Der Lichtbogen bleibt dann leicht stehen und die Erscheinung führt meist zur Schalterexplosion. Zu jeder Abschaltleistung oder Schalterarbeit gehört eine kritische Ölhöhe, bei der diese Explosion eintritt. Bei dickflüssigen verschlammten Schalterölen tritt natürlich die Kaminbildung früher ein als bei dünnflüssigen. Da beim Stehenbleiben des Lichtbogens und Eintritt einer Explosion das schützende Öl zur Gefahr wird, muß das Bestreben des Konstrukteurs dahingehen, den Schalter mit möglichst geringen Ölmengen zu bauen und diese möglichst intensiv zur Isolierung und Lichtbogenkühlung heranzuziehen. In dieser Hinsicht ist der Topfschalter besonders vorteilhaft, dessen geringer Luftraum unter dem Schalterdeckel zudem bei schwererAbschaltung die Bildung explosiblsr Gemische verunmöglicht.

Da brennbare Gasgemische nur innerhalb bestimmter Grenzen des Mischungsverhältnisses entzündbar und brennbar sind, so ist die Feststellung des Explosionsbereiches der Schaltergase von größter Bedeutung. Es mag in dieser Hinsicht auch auf das kürzlich von mir erstattete Referat von Thornton in E. u. M. 1917 S. 594 verwiesen werden. Bei reinen Schaltergasen ist die untere Explosionsgrenze bei 8 bis 10% und die obere bei etwa 40% (Volumen). Sind dagegen die Schaltergase mit Öldämpfen und zerstäubtem Kohlenstoff vermischt, wie das bei Kaminbildung der Fall ist, so ist schon bei weniger als 0·5% reinem Gas Selbstzündung zu erwarten, die bei 2 bis 4% schon wieder aufhört. Es sind also bei einem Volumanteil von wenige als 0·5% bis herauf auf 40% je nach der Beschaffenheit der Schaltergase Entzündungen und Explosionen zu befürchten. Die Prozente beziehen sich auf die Schaltergase, der Rest zu 100% ist Luft.

An konstruktiven Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit von Ölschalter kommen in Frage: 1. Steigerung der Schaltgeschwindigkeit. 2. Mehrfache Unterbrechung. 3. Vorzeitiges Abreißen des Lichtbogens durch künstliche Ölbewegung mit Hilfe von zylindrischen Löschkammern*) nach Art der Röhrenschalter. 4. Verwendung neutraler Gase unter dem Schalterdeckel (Stickstoff, Kohlensäure) sowie von unverbrennlichen Schalterölen, zum Beispiel von Securol, dessen Schaltergase zu $^2/_3$ aus Chlorwasserstoff**) an Stelle des Wasserstoffes bestehen. 5. Kühlung der vom Lichtbogen aufsteigenden Gase durch Siebe oder Kühlplatten. 6. Anordnung eines ungefährlichen Mischungsraumes derart, daß mehr als 40% Schaltergase im Gemisch sind; das trifft für den Topfschalter an sich zu, beim Kastenschalter fängt eine besondere Glocke das Gemisch auf. 7. Druckfeste Schalter der Siemens-Schuckert Werke, deren Ölgefäß durch starke Bolzen gegen einen vorübergehenden Überdruck von 8 bis 10 kg/cm² öl- und gasdicht verschraubt ist. 8. Bringt man den Lichtbogen unter Druck, so sinkt wohl zunächst bei ansteigendem Druck die Lichtbogendauer um weniges, um aber von 2 bis 3 kg/cm² an wieder erheblich anzuwachsen. Im Druckölschalter haben wir also keine die Betriebsicherheit erhöhende Anordnung.

Zum Schluß mag nochmals der schweizerische elektrotechnische Verein zu dieser außerordentlich wertvollen umfangreichen Arbeit, die natürlich auch in allen Einzelheiten der einheimischen Industrie zugute kommt und die auf andern Gebieten Nachahmung finden möge, beglückwünscht werden. Hochschule und Praxis könnten da erfolgreich zusammenarbeiten.

*) Stern und Biermanns, E. T. Z. 1916, S. 635; vgl. E. u. M. 1917, S. 132.

**) Dieses Gas zerfrißt allerdings die Metallteile. (Vgl. E. u. M. 1916, Seiten 170 und 432.)

Schwachstrom und Starkstrom.

Eine grundsätzlich bestimmende Unterscheidung zwischen Schwachstrom und Starkstrom ist, soviel mir bekannt, noch nicht gemacht worden, obwohl die beiden Bezeichnungen fast so alt sind, wie die Elektrotechnik selbst. Es wird stets von Schwachstrom und Starkstrom gesprochen, aber es sind noch immer keine unterscheidenden Merkmale festgelegt worden, die in jedem vorliegenden Falle unzweideutig bestimmen würden, um welchen von beiden es sich handelt.

Wenn von Starkstrom die Rede ist, so ist es auch immer wirklich Starkstrom, der gemeint ist; nicht so beim Schwachstrom. Es werden zahlreiche Einrichtungen als Schwachstromanlagen bezeichnet, die in Wirklichkeit Starkstromanlagen sind; so hat es sich eingebürgert, alle Anlagen für Telephone, Telegraphen und Signalgebung, Eisenbahnsicherungen, Wasserstandsanzeiger, Fernthermometer, elektrische Orgeln usw. als Schwachstromanlagen anzusprechen, ohne Rücksicht auf die Stromquellen aus denen sie gespeist werden.

Die Ströme, die in solchen Anlagen kreisen, sind in der Regel schwache, und es gelangen im normalen Betriebe keine bedeutenden Energiemengen zur Verwendung. Insolange die hiebei verwendeten Stromquellen galvanische Primärelemente waren, welche zufolge ihres hohen inneren Widerstandes gar nicht fähig sind, Ströme abzugeben, die beim Auftreten eines Kurzschlusses oder Isolationsfehlers so bedeutende Wärmewirkungen hervorbringen, daß Verkohlungen oder Entzündungen der Isolierstoffe oder benachbarter Teile eintreten können, hatte man es wirklich mit einer Schwachstromanlage im wahrsten Sinne des Wortes zu tun. Sobald jedoch solche Anlagen größere Ausdehnung annahmen, reichten die Primärbatterien nicht mehr zur Stromlieferung aus und man griff zu Sammlerbatterien, kleinen Dynamos oder Umformern und betrat hiemit in diesem Augenblicke das Gebiet der Starkstromtechnik. Bei all den oben aufgezählten Arten von Anlagen kommen solche Stromquellen vor, und diese sind zufolge ihres geringen inneren Widerstandes wohl im Stande, wenn sie auch normaler Weise nur geringe Stromstärken zu liefern haben, im Falle von Fehlern die Stromstärken in einzelnen Leitungen geringen Querschnittes zu einer solchen Höhe anwachsen zu lassen, daß eine Feuersgefahr auftritt. Und deshalb sind solche Anlagen keine Schwach- sondern Starkstromanlagen; auch diejenigen sind es, welche mit sehr niederen Spannungen arbeiten, aber unter Umständen hohe Stromstärken erzeugen können. Es ist daher unerläßlich, solche Einrichtungen genau nach den für Starkstromanlagen geltenden Sicherheitsvorschriften zu behandeln und die einzelnen Leitungen durch Schmelzsicherungen vor zu starker Erwärmung zu schützen.

Aus dem Vorstehenden geht daher hervor, daß es heute eigentlich nur mehr wenige wirkliche Schwachstromanlagen gibt; es sind dies die Eisenbahn- und Haustelegraphen, die Telephonstationen der Abonnenten und ähnliche Einrichtungen, die mit Primärelementen von üblicher Größe gespeist werden. Schon größere Klingeltransformatoren können, wenn sie nicht entsprechend gesichert sind, in einer Klingelleitung bei sorgloser Verlegung einen Brand hervorrufen.

Außerdem gibt es aber auch Einrichtungen, die vermöge der in ihnen auftretenden Hochspannungen auf den menschlichen Körper schädlich einzuwirken vermögen; es müssen dies nicht gerade industrielle Hochspannungsanlagen sein, die mit mehreren tausend V arbeiten, sondern auch durch Induktorien, Röntgenapparate usw. können solche Schädigungen hervorgerufen werden.

Man kann also zur Unterscheidung der beiden Stromarten folgende Definition aufstellen: Jede Anlage, welche zufolge der in ihr verwendeten Stromquelle fähig ist, unter besonderen Umständen soviel Energie zu erzeugen, daß schädliche Wärme- oder Brandwirkungen zu Stande kommen, oder die solche physiologische Wirkungen erzeugen kann, daß eine Schädigung des Körpers oder gar der Tod des Betroffenen eintritt, ist eine Starkstromanlage; jede andere, die solche Wirkungen nicht zu erzeugen vermag, eine Schwachstromanlage.

Das Kriterium ist also in allen Fällen das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein einer Schädigungsmöglichkeit am Eigentum oder am menschlichen Körper, und es wäre gut, diese Unterscheidungsweise ganz allgemein und offiziell einzuführen.

Ing. Friedrich Drexler.

Digitized by Google

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Untersuchungen über die möglichen Fehlerquellen bei Stromwandlern. E. Wirz berichtet über theoretische und experimentelle Untersuchungen an Stromwandlern und bespricht an Hand von ihm aufgestellten einfachen Beziehungen die einzelnen Einflüsse, die bei der Berechnung und bei Untersuchungen von Stromwandlern zu beachten sind. Der Verfasser teilt alle Stromwandler ganz allgemein in zwei Gruppen ein. 1. Stromwandler, bei denen nur das Übersetzungsverhältnis und die Fernhaltung der Hochspannung maßgebend ist, und 2. Stromwandler, bei denen außer dem Übersetzungsverhältnis auch die Phasenverschiebung zwischen Primär- und Sekundärstrom sowie diejenige im Netz maßgebend ist. Eine solche Einteilung ist deshalb notwendig, weil das Übersetzungsverhältnis und die Phasenverschiebung in einem gewissen Gegensatze zueinander stehen und sich dieser Gegensatz auch in der Konstruktion bemerkbar macht.

Auf Grund der aufgestellten Beziehungen untersucht dann der Verfasser die möglichen Fehler und teilt dieselben in zwei Kategorien ein, nämlich in solche, die dem Transformationsprinzip und den zum Bau verwendeten Materialien anhaften, und in solche, die durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden. Die ersteren, interne Fehler genannt, sind die allgemeinen bei Stromwandlern berücksichtigten, die letzteren dagegen, die externen Fehler, werden meist nicht beachtet, können aber viel ernsterer Natur sein wie die ersteren und zu unliebsamen Störungen führen.

Zur Untersuchung der Fehler stellt der Verfasser für das Übersetzungsverhältnis die Beziehungen auf

$$u_i = \frac{J_1}{J_2} = \frac{w_1}{w_2} \times$$

$$\times \sqrt{[1 + (r_2' + r_A') g_a + (x_2' + x_A') b_a]^2 + [x_2' + x_A') g_a - (r_2' + r_A' b_a]^2}$$

und für die Winkelabweichung von der 180°-Phase der beiden Ströme

$$\operatorname{tg} \Psi_i = \frac{(x_2' + x_A') g_a - (r_2' + r_A) b_a}{1 + (x_2' + x_A') b_a + (r_2' + r_A) g_a},$$

worin $r_2' + r_A'$ den auf Primär reduzierten totalen sekundären Widerstand, $x_2' + x_A'$ die auf Primär reduzierte totale sekundäre Reaktanz und g_a und b_a die Konduktanz und Suszeptanz der Magnetisierung darstellen.

Aus diesen Beziehungen wird nun zunächst die Abhängigkeit der beiden Faktoren g_a und b_a von den Eisenverlusten und der Magnetisierung besprochen und gezeigt, daß bei einem fugenlosen Eisenkern das Verhältnis

$$\frac{b_a}{g_a} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{a w_{ei}}{w_{ei}} \cdot B_{max}$$

nicht direkt von den Dimensionen des Stromwandlers abhängt, sondern nur eine Funktion der Eisenbeanspruchung B_{max} ist, da aw_{ei} die AW-Zahl pro cm Kraftlinienlänge im Eisen und w_{ei} den Wattverlust pro 1 kg Eisen bei der betrachteten Eisenbeanspruchung darstellen. An Hand dieser Beziehungen wird dann zuerst der Einfluß der Magnetisierungs- und Verlustkurve auf die Größe der Fehler untersucht und gefunden, daß die Konduktanz g_a bezw. die Eisenverluste sowohl für den Verlauf des Übersetzungsverhältnisses, als auch für die Winkelabweichung ausschlaggebend sind. Je konstanter g_a bei veränderlichem Primärstrom ist, desto geradliniger wird die Kurve des Übersetzungsverhältnisses und desto kleinere Abweichungen erfährt die Winkelabweichung. Dies wird erreicht, indem man für den Eisenkern solche Materialien wählt, deren Hystereseverluste ungefähr mit der zweiten Potenz der Eiseninduktion wachsen.

Der Verfasser bespricht dann ferner den Einfluß der Größe des Eisenquerschnittes und zeigt an experimentell aufgenommenen Kurven, daß eine Vergrößerung des Eisenquerschnittes stets eine Abnahme der Winkelabweichung bedingt, dagegen praktisch dadurch kein nennenswerter Einfluß auf das Übersetzungsverhältnis ausgeübt wird.

Die Untersuchungen über den Einfluß der Größe der Stoßfugen ergeben, daß dieselben stets eine Vergrößerung der Übersetzungs- und Phasenfehler bedingen.

Als externe Fehlerquellen werden in dieser Arbeit der Einfluß der Periodenzahl, der primären und sekundären Phasenverschiebung und der sekundären Belastung untersucht. Die Periodenzahl bewirkt stets eine Zunahme der Winkelabweichung und des Übersetzungsverhältnisses, und zwar ruft eine Zunahme der Periodenzahl stets kleinere Abweichungen als eine Abnahme hervor. Beim Einfluß der sekundären Phasenverschiebung zeigt der Verfasser, daß kapazitive Phasenverschiebungen eine negative Zunahme der Winkelabweichung und eine Abnahme des Übersetzungsverhältnisses bewirken, induktive Phasenverschiebungen dagegen rufen eine Abnahme des Übersetzungsverhältnisses und eine Zunahme der Winkelabweichung hervor. Dabei spielt auch die Höhe der Eisenbeanspruchung eine große Rolle, indem große Beanspruchungen ganz bedeutend kleinere Abweichungen als kleine Beanspruchungen hervorrufen. Die Netzphasenverschiebung schließlich kommt nur bei Leistungsmessungen in Betracht und verursacht um so größere Fehler, je größer die Winkelabweichung ist. An Beispielen zeigt hiebei der Verfasser die Größenordnung dieser Fehler bei rein ohmscher, induktiver und kapazitiver Belastung im Netz. Schließlich bespricht der Verfasser auch noch den Einfluß der Sekundärbelastung, die stets eine Vergrößerung der Fehler bedingt, wie an einigen Versuchen nachgewiesen wird.

Zum Schlusse wird dann auch der Einfluß der Kurvenform, der Remanenz sowie der Hochspannungs- und Sättigungserscheinungen besprochen und eine Einteilung gegeben, nach welcher in einer späteren Arbeit diese Einflüsse untersucht werden sollen. Von den letzteren Erscheinungen wird nur kurz der Einfluß der Kurvenform erörtert und gezeigt, daß eine flache Kurvenform ungleich größere Abweichungen als eine spitze Kurvenform hervorruft.

(Archiv für Elektrotechnik, Bd. VI, 1. und 2. Heft.)

Leitungen

Eiserne Fahrleitungen für Wechselstrombahnen. W. Kummer. Das Verhältnis des effektiven Wechselstromwiderstandes einer eisernen Leitung zum Gleichstromwiderstand, $K = R/R_0$, steigt mit zunehmender Stromdichte zu einem maximalen Wert rasch an und fällt allmählich ab. Zwischen dem maximalen Wert K_{max} und dem Drahtdurchmesser d besteht eine lineare Beziehung $K_{max} = 0{\cdot}42 + 3{\cdot}7\,d$, die auch bei gleichen magnetischen Zuständen für beliebige Werte von K und d gilt. K ergibt sich nach der Theorie als Funktion von Drahtdurchmesser d, Permeabilität μ, spezifischem Widerstand ρ des Eisens und Periodenzahl ν des Wechselstromes. Die Beziehung zwischen diesen Größen wird durch die Gleichung ausgedrückt $K = \text{konst} + x$, wobei

$$x = \frac{\pi d}{2} \sqrt{\frac{\mu \nu}{\rho}}.$$

Für $\rho = 13000$ ist dann $\mu = 1450$.

Die Werte von K und μ sind aber von der Periodenzahl abhängig. Auf Grund des dem Verfasser vorliegenden Zahlenmaterials und der Arbeiten von Lichtenstein*) gibt er die Beziehungen an

$$K_{max} = 0{\cdot}5 + d \sqrt[3]{\nu}$$

und

$$\mu = 2\,(100 - \nu),$$

wobei d den Durchmesser des dem Fahrdrahtquerschnitt flächengleichen Kreises in cm darstellt.

Was die Berechnung des Widerstandes der Fahrschienen anlangt, so scheinen dem Verfasser nach den vorliegenden Arbeiten von Lichtenstein und Huldschiner**) der Wahrheit am nächsten die Beziehung zu kommen.

$$K = 1 + \nu \cdot q \cdot \frac{2{\cdot}1}{10^3} \text{ und } \mu = 25 - \frac{\nu}{2\,8}.$$

Der Spannungsabfall einer Einphasenbahn in Fahrleitung und Schienen berechnet der Verfasser nach dem Schema von Huldschiner in folgender Weise: Fahrleitung und Schiene bilden eine Schleife 1 bis 2, wobei die Ziffer 1 sich auf die zwei Schienen im Abstand von D_{11} voneinander, die Ziffer 2 sich auf den Fahrdraht bezieht, der in der Höhe D_{12} über Schienenoberkante in der Vertikalebene mitten zwischen den Schienen aufgehängt ist. a_1, a_2 sind die Radien der äquivalenten Kreisquerschnitte, J der Strom in A, R_1 und R_2 die Gleichstromwiderstände in Ω/km von Draht und Schiene.

Für den kupfernen Fahrdraht ergibt sich die induktive Komponente ε_j des Spannungsabfalles mit

$$\varepsilon_j = \frac{4\,\pi\,\nu\,J}{10^4} \left(\log \frac{{D_{12}}^2}{\sqrt{a_1 \cdot D_{11} \cdot 0{\cdot}78 \cdot a_2}} + \frac{\mu}{8} \right),$$

die effektive Komponente

$$\varepsilon_\rho = J\,R_2 + \frac{J}{2} R_1 \left(1 + \nu \cdot {a_1}^2 \cdot \frac{6{\cdot}6}{10^8} \right).$$

*) E. T. Z. 1907.

**) E. T. Z. 1910. Die Arbeiten von A. E. Kennelly, über die in E. u. M. 1916, Seite 616, berichtet wurde, berücksichtigt der Verfasser nicht.

Digitized by Google

Für den eisernen Fahrdraht ist

$$\varepsilon_\sigma = \frac{4\pi\nu J}{10^4}\left(\log\frac{D_{12}^2}{\sqrt{a^1 D_{11}\cdot a_2}} + \frac{\mu_1 + 2\mu_2}{8}\right)$$

und

$$\varepsilon_\rho = \frac{J}{2}\cdot R^1\left(1 + \nu a_1^2\cdot\frac{6{\cdot}6}{10^8}\right) + J\cdot R_2\,(0{\cdot}5 + 2a_2\sqrt[3]{\nu}).$$

Dabei ist $\mu_1 = 25 - \frac{\nu}{2\cdot 8}$ und $\mu_2 = 2(100 - \nu)$.

Der effektive Widerstand ist dann $\varepsilon_{total} = \sqrt{\varepsilon_\sigma^2 + \varepsilon_\rho^2}$.

Nach diesen Formeln wird der Spannungsabfall pro km Hin- und Rückleitung für eine kupferne und für eine eiserne Fahrleitung von verschiedenen Querschnitten und verschiedener Periodenzahl berechnet, wobei ein Schienenprofil von 58·51 cm² entsprechend 4·31 cm äquivalentem Radius beim Gewicht der Schiene von 45·93 kg pro 1 m vorausgesetzt ist.

Tabelle I gibt die Werte für kupferne, Tabelle II für eiserne Fahrleitungen an.

Tabelle I.

Geleise samt kupfernen Fahrleitungen für Wechselstrombetrieb.

Per/s	Spannungsabfall in Volt pro km und Ampere								
	Ein Fahrdraht von 50 mm²			Ein Fahrdraht von 100 mm²			Ein Fahrdraht von 150 mm²		
	ε_ρ	ε_σ	ε_{total}	ε_ρ	ε_σ	ε_{total}	ε_ρ	ε_σ	ε_{total}
0	0·35	0·00	0·35	0·19	0·00	0·19	0·13	0·00	0·13
15	0·38	0·21	0·45	0·22	0·22	0·31	0·16	0·22	0·28
25	0·40	0·34	0·54	0·24	0·36	0·43	0·19	0·36	0·40
50	0·46	0·62	0·78	0·34	0·65	0·71	0·24	0·66	0·70

Tabelle II.

Geleise samt eisernen Fahrleitungen für Wechseltrombetrieb.

Per/s	Spannungsabfall in Volt pro km und Ampere								
	Ein Fahrdraht von 50 mm²			Ein Fahrdraht von 100 mm²			Ein Fahrdraht von 150 mm²		
	ε_ρ	ε_σ	ε_{total}	ε_ρ	ε_σ	ε_{total}	ε_ρ	ε_σ	ε_{total}
0	2·62	0·00	2·62	1·32	0·00	1·32	0·88	0·00	0·88
15	6·52	1·03	6·60	4·40	1·03	4·51	3·50	1·04	3·65
25	7·49	1·54	7·64	5·02	1·55	5·25	4·06	1·55	4·23
50	9·14	2·22	9·40	6·20	2·23	6·60	4·94	2·25	5 42

Man erkennt daraus die hohen Werte, die der Spannungsabfall bei eisernen Fahrleitungen annimmt und die sich vielleicht durch eine Unterteilung des Leiters und durch Verstärkungsleitungen parallel dazu herabsetzen lassen werden.

(Schweiz. Bauz. 70, Nr. 25, 1917.)

Elektrische Apparate.

Über einen großen Elektromagneten einfacher Bauart berichtet The Svedberg, Upsala. Bei manchen magnetischen Untersuchungen, die bei konstanten Temperaturen wesentlich über oder unter der Zimmertemperatur vorzunehmen sind, ist behufs Unterbringung des Wärme- bezw. Kältebades das Vorhandensein ausgedehnter magnetischer Felder notwendig, wobei wegen des zu großen Energieverbrauches hinreichend starker eisenloser Spulen zweckmäßig große Elektromagnete angewendet werden. Derartige Konstruktionen, etwa nach Weiss oder du Bois erfordern große Kosten. The Svedberg hat daher ein vereinfachtes Modell konstruiert. Der Magnet besteht im Wesen aus einem geschlossenen rechteckigen Rahmen auf einer gußeisernen Platte und zwei zylindrischen Polkernen, die an den gegenüberliegenden Seitenteilen des Rahmens festgeschraubt sind. Die Maße der Polkerne sind: 147 mm Durchmesser, 235 mm Länge, 12 mm Durchmesser der axialen Bohrungen. Für Versuche, bei denen der das sonst U-förmige Verbindungsjoch (nach Weiss) schließende, zur Stabilität und bequemen Montierung dienende Querbalken hinderlich ist, kann der Magnet mit horizontal liegendem Rahmen montiert werden. Da behufs Vereinfachung der mechanischen Ausführung die Polkerne fix sind, wird die notwendige Veränderung in der Länge des Interferrikums durch Auswechslung der Polschuhe erreicht. Sämtliche Teile des magnetischen Kreises sind aus bestem schwedischen Schmiedeeisen, die Polkerne und Polschuhe überdies ausgeglüht und langsam abgekühlt. Das Gewicht des magnetischen Kreises beträgt 262 kg, des gußeisernen Fußes 102 kg und der Polschuhpaare 9 bis 12 kg. Das Interferrikum schwankt zwischen 20 und 80 mm bezw. 156 mm (ohne Polschuhe) in der Länge und 30 und 147 mm im Durchmesser. Behufs guter Kühlung und leichter Montierung bestehen die Spulen aus je sechs koaxialen, zylindrischen, ineinandergeschobenen Teilspulen und einem äußeren Mantel für Wasserzirkulation. Im ganzen sind etwa 4500 Windungen vorhanden, so daß bei 19 A 85 000 Amperewindungen erreicht werden, was einer Betriebsleistung von 8 kW entspricht. Jede Teilspule mit vier Schichten von je 93 Windungen eines 2 mm dicken, einfach mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrahtes hat als Unterlage einen weiteren, von Wasser durchströmten Kühlmantel, so daß je vier Drahtschichten beiderseitig von Wasser umgeben sind. Diese kräftige Kühlung erlaubt eine sehr starke Belastung des Magneten. Überdies braucht infolge dieser guten Kühlung keine allzugroße Vorsicht bei der Isolierung der Spulen angewendet zu werden. Den angegebenen Schwankungen des Interferrikums entsprechen bei einer Schwankung der Stromstärke zwischen 5 und 20·5 A Feldwerte von 1560 bis 21 500 Gauss. Für das Spulenfeld F allein gilt in der Mitte der Achse die Beziehung $F = 80 \cdot J$, wenn J die Stromstärke in Ampere beträgt. Zum Vergleich mit der Konstruktion nach Weiss sei bemerkt, daß der große Weiss'sche Magnet bei der gleichen Amperewindungszahl und einem Interferrikum von 20 mm Länge und 25 mm Durchmesser ein Feld von etwa 22 000 Gauss liefert.

(Ann. d. Phys. 52, 657, 1917.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Garntrocknungsanlage. F. Rutgers beschreibt eine von der Maschinenfabrik Oerlikon eingerichtete elektrische Heizanlage, die an Stelle einer Dampfanlage trat. Man hat im Heizkanal neben den bestehenden als Reserve dienenden Dampfheizröhren 18 elektrische Heizkörper eingebaut, je drei an 480 V, 42 Per/s, eines Zweiphasennetzes angeschlossen, und drückt mittels eines Ventilators die Luft durch; vorne ist der Kanal durch ein Drahtsieb abgeschlossen, um zu verhindern, daß bei Kurzschluß glühende Teilchen mitgerissen werden. Jeder Heizkörper besteht aus 24 Elementen aus Gußeisen von niederem Temperaturkoeffizienten, die unter Zwischenlage von isolierenden Distanzscheiben auf drei Isolierbolzen so aufgereiht sind, daß sie der Strom im Zick-Zack durchfließt. Die Bolzen sind an einem auf Porzellan aufruhenden Gestell befestigt. Bei 70 A Strom in einem Heizkörper nimmt die Anlage 200 kW im Mittel, 300 kW maximal auf; die Luft zur Trocknung des Garns wird auf diese Weise auf 55° C erwärmt.

(Schweiz. Bauz., 70, Nr. 21, 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre. Physik.

Über den Einfluß von Druck auf die elektrische Leitfähigkeit der reinen Metalle. Bengt Beckmann, Upsala*). Für die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit mit allseitigem Druck hat Grüneisen die nachfolgende Beziehung abgeleitet:

$$a = \frac{1}{\sigma}\left(\frac{\partial\sigma}{\partial p}\right)_T = -\frac{1}{u}\left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_s + \frac{1}{N}\left(\frac{\partial N}{\partial p}\right)_s - \varkappa_s + \frac{1}{C_p}\frac{\partial v}{\partial T}(1 + \alpha_T T),$$

worin σ die elektrische Leitfähigkeit, a den Druckkoeffizienten, u die Geschwindigkeit der Elektronen, N die Elektronenkonzentration, $\varkappa_s$ die adiabatische Kompressibilität, $\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial T}$ den Volumenausdehnungskoeffizienten (v Atomvolumen) C_p die Atomwärme und $\alpha_T = \frac{1}{\omega}\frac{\partial\omega}{\partial T}$ den Temperaturkoeffizienten des Widerstandes bedeutet. Das erste Glied der rechten Seite, $-\frac{1}{u}\frac{\partial u}{\partial p}$, ist unbekannt und wird von Grüneisen selbst vernachlässigt. Für zwölf verschiedene Metalle hat Beckmann bereits früher die Grüneisensche Beziehung geprüft und gefunden, daß sie für Gold, Silber, Aluminium und Kupfer streng gilt und für die anderen mit Ausnahme von Wismut und Quecksilber eine erste Annäherung darstellt. Neuerdings hat nun Beckmann für vier weitere Metalle, nämlich Thallium, Tantal, Molybdän und Wolfram, den Druckkoeffizienten gemessen und mit obiger Beziehung verglichen. Hiebei mußte auch das übrigens relativ kleine zweite Glied der rechten Seite ebenfalls vernachlässigt werden, da der Einfluß des Druckes auf die Elektronenkonzentration bei diesen vier Metallen nicht bekannt ist. Es ergab sich in allen vier Fällen nach der Grüneisenschen Beziehung ein kleinerer Wert des Druckkoeffizienten als bei der Messung. Die verhältnismäßig große Differenz dürfte aus der Vernachlässigung des zweiten Gliedes allein nicht zu erklären sein. (Phys. Zeitschr. 18, 507, 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 288.

Digitized by Google

Vereins-Nachrichten.

Normalisierungen in der Elektrotechnik.

Diskussion zu dem Vortrage des **Ing. H. Spyri.** E. u M. 1917, H. 47).

Hofrat **Prof. Schlenk** (Obmann des Komitees für technische Angelegenheiten) gibt bekannt, daß der Elektrotechnische Verein vom Ministerium für öffentliche Arbeiten eingeladen worden ist, ein Gutachten über die Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen bei Errichtung von Elektrizitätswerken abzugeben und daß diese Frage derzeit im Komitee für technische Angelegenheiten in Beratung steht. Der heutige Vortrag ist im Komitee angeregt worden und soll Gelegenheit zur öffentlichen Besprechung geben. Eine eingehende Diskussion wäre für die weitere Beratung und Beschlußfassung im Komitee sehr erwünscht.

Sektionschef **Dr. v. Krasny** führt aus, daß die Frage der Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen für die Möglichkeit des Zusammenschlusses benachbarter Elektrizitätswerke von besonderer Wichtigkeit ist. Es muß daher außerordentlich begrüßt werden, daß die Fachkreise sich mit dieser Frage beschäftigen und dadurch maßgebende Vorschläge für die im Interesse der Reichselektrizitätsversorgung zu erlassenden behördlichen Vorschriften gemacht werden.

Direktor **Ing. E. Adler:** Zunächst möchte ich einige spezielle Bemerkungen zu den Ausführungen des Vortragenden machen.

Ing. Spyri behauptet, daß „der Formenüberfluß eine spezifisch mitteleuropäische Krankheit" ist und in England und Amerika alles normalisiert sei. Was England betrifft, ist dies nicht richtig. Die besonderen Verhältnisse dort: kleinerer inländischer, größerer Überseemarkt; große Konkurrenz von zahlreichen kleineren inländischen und kontinentalen Firmen; der Einfluß von Sachverständigen und der geringere Respekt vor der Autorität großer Unternehmungen haben eine außerordentliche Mannigfaltigkeit hervorgerufen. Ein kennzeichnendes, wenn auch nicht typisches, Beispiel ist die Stromversorgung von London, wo über 40 verschiedene Unternehmungen mit über 30 verschiedenen Stromarten bestehen. In den letzten Jahren sind energische Bestrebungen zwecks Normalisierung gemacht worden und in den Verhandlungen englischer Industriellen ist behauptet worden, daß die günstige Entwicklung der deutschen Elektroindustrie durch die Einheitlichkeit des deutschen Marktes sehr gefördert worden wäre, was im Gegensatz zu der Behauptung des Herrn Ing. Spyri von Interesse sein mag!

In Amerika liegen die Verhältnisse für Normalisierungsbestrebungen besonders günstig. Ungeheuerer innerer Markt, neben dem — wenigstens bis vor dem Kriege — das Ausfuhrgeschäft zurücktrat; wenige, sehr große und technisch hochstehende Firmen und ein allgemeines Interesse und Verständnis für Normalisierung. Trotzdem ist der Normalisierungsprozeß auch dort nicht durchgeführt. Es gibt Ein-, Zwei- und Dreiphasennetze mit Periodenzahlen: 25, 30, 40, 50, 66⅔, 125 und 133. Allerdings sind die meisten neueren Anlagen für 25 oder 60 Per/s ausgeführt und die höhere Frequenz scheint die Normalfrequenz zu werden. Als Verbrauchsspannungen findet man bei Gleichstrom meistens 2 × 115 V, seltener 2 × 230 V und bei Wechselstrom 110, 220, 440, 550 V. Verhältnismäßig weit ist die Vereinheitlichung der Verteilspannungen durchgeführt, für die man 1100, 2200 oder 4400 V findet. Dies hat auch die Normalisierung der Verteiltransformatoren ermöglicht. Für die Übertragungsspannung sind schon vor Jahren von der amerikanischen Vereinigung von Elektrotechnikern Normalien vorgeschlagen worden, und zwar 6600, 11 000, 22 000, 33 000, 44 000, 66 000, 88 000, 110 000 V. Trotzdem und obgleich die Normalisierung der Übertragungsspannungen wenig Schwierigkeiten bieten sollte, finden sich bei einigen in den letzten Jahren gebauten Großanlagen folgende Übertragungsspannungen: 140 000, 100 000, 87 000, 85 000, 70 000, 60 000, 57 000, 55 000, 45 000, 30 000, 25 000, 24 000 V. Wenngleich es richtig ist, daß die amerikanischen Großfirmen sich bezüglich Abänderungen an den normalen Markttypen weniger entgegenkommend verhalten, als unsere Firmen, so herrscht auch dort noch große Mannigfaltigkeit. Bei einer Besprechung dieser Frage in einem amerikanischen Fachverein gab ein Vertreter einer Großfirma an, daß 5000 verschiedene Indukionsmotoren im Katalog geführt werden. Ein anderer schätzte die Zahl der im Handel verlangten Arten dieser Motoren auf 15 000. Von allen Seiten ist das Bedürfnis nach Normalisierung betont worden, aber — und das scheint mir ein Wink für unsere Arbeiten — man hat sich dort auf wenige Bestimmungsstücke beschränkt und ist nur schrittweise vorgegangen.

Was Netze mit anormalen Frequenzen betrifft, das heißt die bei uns vorkommenden zwischen 40 und 50, so fasse ich Herrn Ing. Spyris Bemerkung so auf, daß er neuerlich vorschlägt die, Spannung anormal zu machen, derart, daß das Verhältnis Spannung : Periodenzahl, das die Sättigung bedingt, ebenso groß ist als bei 50 Per/s und Normalspannung. Eine allgemeine Anwendung dieses Prinzips würde eine Vereinbarung darüber erfordern, ob bei verringerter Frequenz eine mäßige Erhöhung der Sättigung zugelassen werden kann. Die Praxis ist nicht gleichartig.

Die Frage der einheitlichen Verteilspannung, für die der Vortragende einen selten vorkommenden Wert vorschlägt, erscheint mir zu umfangreich und wichtig, als daß im Rahmen der Diskussion eine Klärung angebahnt werden könnte. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß in Zukunft Rohrdrahtinstallationen mit geerdetem, stromführendem Mantel größere Bedeutung erlangen werden und daß die Erfahrungen im Felde, unter den ungünstigsten Betriebsbedingungen und mit Ersatzkonstruktionen, nicht derart sind, daß man die Spannung von 220 V mit Rücksicht auf Apparatedefekte verwerfen sollte. Ich glaube, daß Installationsmaterial, Heizapparate u. dgl. Stromverbraucher, deren stromführende Teile und Isolierung nicht dauernd 220 V standhalten, auch nicht den mechanischen Beanspruchungen bei der Handhabung gewachsen sind. Man soll die Herstellung minderwertiger Apparate nicht durch Herabsetzen der Spannung ermutigen.

Mit den beiden Übertragungsspannungen: 20 000 und 100 000 V, wie Herr Ing. Spyri vorschlägt, wird man nicht auskommen. Es scheint notwendig zu sein, darauf hinzuweisen, daß die Wahl unnötig hoher Spannungen unzweckmäßig ist. Kosten und Raumbedarf von Transformatoren und Schaltapparaten für sehr hohe Spannungen sind derart und die Schwierigkeiten, die der Betrieb längerer solcher Leitungen mit sich bringt, so groß, daß man vor der Wahl unnötig hoher Spannungen geradezu warnen soll.

Von den verschiedenen auf Transformatoren bezüglichen Bemerkungen, die zur Kritik herausfordern, möchte ich nur den Vorschlag, das Fabrikationsgebiet zwischen Luft- und Öltransformatoren nach Leistung und Spannung abzugrenzen, erwähnen. Der Lufttransformator besitzt gegenüber dem Öltransformator einige Vorteile, die in bestimmten Fällen zur Geltung kommen, aber die ausschließliche Verwendung dieser Bauart für Verteilungstransformatoren bis 100 kVA würde einen wesentlichen Rückschritt bedeuten. Die Nachteile des Lufttransformators sind bei uns noch nicht so deutlich geworden, weil die Zahl der Transformatoren nicht allzu groß ist und die Netze keine große Ausdehnung haben. Die Lufttransformatoren haben sich, im Gegensatz zur Entwicklung in Deutschland und Amerika, in Österreich-Ungarn erhalten, wozu die Einführung der Laufringe durch Ganz & Co. und der Kühlbleche durch Pichler beigetragen haben mochte.

Was den Vorschlag des Vortragenden betrifft, Drehstrommotoren zu bauen, die sich für vier Spannungen umschalten lassen, so muß darauf hingewiesen werden, daß die Parallelschaltung Schwierigkeiten bietet, die kaum zu umgehen sein werden.

Die vom Vortragenden vorgeschlagene Leistungsstufung bei Motoren, Transformatoren und Generatoren erscheint mir — im Gegensatz zu seinen so radikalen sonstigen Vorschlägen — unnötig fein zu sein. Braucht man bei zweipoligen Drehstrommotoren, die fast nur für Kupplung mit Kreiselpumpen geliefert werden, 9 Stufen zwischen 0·5 und 10 PS? Die Leistung scheint mir eine Größe zu sein, durch deren Normalisierung, richtiger gesagt, grobere Stufung, die Anpassung der Arbeitsmaschine an den Motor gefördert würde und dies würde im Interesse der Elektrotechnik liegen. Um den Anpassungsvorgang zu fördern und den Einzelantrieb einzuführen ist es andererseits notwendig, eine reichere Auswahl von Drehzahlen zu bieten, insbesonders durch Langsamläufer die direkte Kupplung zu erleichtern.

Der Vorschlag des Vortragenden die Ankerart bei Drehstrommotoren starr abzugrenzen, erscheint mir kaum durchführbar. Motoren ohne Bürstenabheber von mehr als 10 PS braucht man für jene Fälle, wo der Motor an der Wand oder Decke befestigt ist; übrigens hat man die erforderlichen Schleifringkörper für Kranzwecke normalisiert.

Warum der Vortragende die Verwendung der Hochspannung für Asynchronmotoren generell verpönt, ist nicht recht ersichtlich. Solche Motoren, für maximal 5000 V, leisten seit Jahren in Bergwerken gute Dienste. Auch die Erfahrungen während des Krieges mit solchen Motoren, die zwecks Erleichterung der Materialbeschaffung und Lieferung vielfach zu Gruppenantrieben verwendet wurden, waren günstig.

Der Vortragende schlägt vor Turbogeneratoren nur bis 1500 kVA zweipolig zu bauen. Die ausführende Praxis kümmert sich um solche rückschrittliche Vorschläge nicht. Es gibt zahlreiche 3000 U. p. min-Generatoren für 6000 kVA und mehr!

Bezüglich der Bemerkungen des Vortragenden über Erregerspannung, Regler und Zahl der Erregermaschinen glaube ich behaupten zu können, daß es sich dabei um Dinge handelt, die nicht in den Rahmen von Normalisierungsarbeiten fallen. Man kann doch nicht alles, was gute Praxis darstellt, als „normal" erklären! Sachlich wäre noch hinzuzufügen, daß der Vortragende zu wenig Rücksicht auf die Verwendung von Schnellreglern genommen hat.

Zusammenfassend möchte ich zu dem Vortrag bemerken, daß, wenn Normalisierungsarbeiten durchgreifen, sich also keine

Digitized by Google

„Outsiders" finden sollen — worauf Herr Ing. Spyri so großen Wert legt — das Normale nicht schlechter sein darf als das Anormale. Diese Arbeiten müssen daher mit großer Sorgfalt, sehr vorsichtig und schrittweise und unter gewissenhafter Berücksichtigung des Abnehmerstandpunktes erfolgen. Dies ist um so wichtiger, da die Normalien gewissermaßen Verkaufsbedingungen darstellen und ein vorheriger Interessenausgleich nicht stattfindet.

Die Normalisierungsfrage ist von großer Wichtigkeit. Ihre Bedeutung für den Fabrikanten hat der Vortragende genügend hervorgehoben. Eine zweite Seite dieser Frage hat er angedeutet, indem er sagt, daß der Käufer für den ihm gebotenen Formenüberfluß kein Bedürfnis hat. Ich glaube, man kann sogar behaupten, daß die Mannigfaltigkeit verwirrend wirkt und Fehler zur Folge hat. Eine weitere Seite dieser Frage ist der Einfluß der Normalisierung auf die Wiederverwendungsfähigkeit und den Abschreibungssatz, dessen Betonung das Verständnis des Abnehmers für Normalien fördern wird. Endlich ist noch die Umstellungsfähigkeit des Materials zu berücksichtigen und die Bedeutung dieses Punktes ist so groß, daß die Heeresverwaltung ihren Einfluß auf die Schaffung von Normalien zweifellos geltend machen wird.

Dr. techn. **M. Vidmar:** Bei der Erledigung der Fragen, die Herr Ing. Spyri aufgerollt hat, muß unbedingt auch der Konstrukteur gehört werden, sonst ergeben sich Unzukömmlichkeiten, die zu schweren Störungen führen müssen und denen unbedingt vorgebeugt werden muß. Ich will im folgenden nur ein beschränktes Gebiet in Betracht ziehen, das mir aus meiner Tätigkeit näher liegt und in dessen Einzelheiten ich am besten eingeweiht bin.

Von den vorgebrachten Ideen ist die auf Vereinfachung der Transformatorkonstruktion zielende leider vollständig undurchführbar. Ich will einen Augenblick annehmen, daß es ganz freisteht, die Phasenschaltungen hoch- und niederspannungsseitig so zu wählen, wie sie der Vereinfachungsgedanke verlangt. Selbst in diesem Falle ist die Einheitsspule unmöglich. Man bewickelt einen und denselben Eisenkern für sehr verschiedene Hochspannungen. Dabei erzielt man oft bis zu 50% voneinander abweichende Leistungen. Daß die Einheitsspule das eine Mal viel zu reichlich bemessen wäre, das andere Mal aber sofort verbrennen müßte, liegt auf der Hand. Außerdem würde sich der Wickelraum nicht ausnützen lassen und unangenehme Streuungserscheinungen wären die natürliche Folge. Es ist aber gar nicht wahr, daß beim Transformator die Phasenschaltungen beliebig gewählt werden können. Niederspannungsseitig kommt die Dreiecksschaltung praktisch kaum in Betracht. Man braucht den Nullpunkt des Dreiphasensystems. Hochspannungsseitig ist andererseits die Zusammenlegung der Phasen oft direkt vorgeschrieben. Der Lichttransformator muß sich dem Betrieb anpassen. Auch die Rücksicht auf die Oberwellen des Stromes bestimmt sehr oft die primäre Schaltung.

Wenn Herr Ing. Spyri die Frage aufwirft, ob denn die Dreiecksternschaltung für Lichttransformatoren unbedingt eingehalten werden muß, so möchte ich diese Frage auf jeden Fall bejahen. Es gibt allerdings den Ausweg, den die Sternzickzackschaltung öffnet. Aber bei dieser Schaltung versagt die Einheitsspule vollständig, weil sie bekanntlich die Windungszahl erheblich ändert.

Bei der Festlegung der Leistungsstufen einer Typenreihe kann man sich nicht von der gewöhnlichen Zahlenreihe beeinflussen lassen und schön runden Zahlen zuliebe den Konstrukteur in Verlegenheit bringen. Man muß zum Beispiel bedenken, daß eine Transformatorenreihe die Eisenkerne für verschiedene Spannungen hergeben muß, die dabei verschiedene Leistungen hervorbringen. Wenn die Leistungsreihe bei 3000 V sehr schön war, so wird sie bei 6000 V ganz und gar unregelmäßig und der angestrebte Erfolg verschwindet von selbst.

Ich wollte im Vorstehenden durch Hinweis auf einzelne Punkte auf die großen Schwierigkeiten aufmerksam machen, die sich einem radikalen Normalisieren in den Weg stellen. Ich wollte zeigen, daß man bei Vorschlägen, die auf Vereinheitlichung im Elektromaschinenbau ausgehen, sehr vorsichtig sein muß. Selbstverständlich würde ich als Konstrukteur es nur begrüßen, wenn die wirklich unnütze Arbeit beseitigt werden könnte und wenn wirklich gut begründete Vereinheitlichungen durchgeführt werden würden.

Dr. **Th. Chorvát:** Die Normalisierung sollte im Einklange mit der geplanten und scheinbar bald nach Kriegsende einsetzenden allgemeinen Elektrifizierung des Landes erfolgen und stets nur in solchem Ausmaße, als es zur Erreichung des größtmöglichen (energetischen, technischen und wirtschaftlichen) Wirkungsgrades des gesamten Landes-Elektrizitätswesens als notwendig erscheint und mit genügender Sicherheit mit Rücksicht auf den von ihr zu erfüllenden Zweck konstatierbar ist. Ohne ein genaues, auch in bezug auf die größeren Detailfragen möglichst ausführliches Projekt dieses Landes-Elektrizitätswesens dürfte überhaupt keine zweckmäßige Normalisierung möglich sein. Durch das von den kompetenten Stellen auszuarbeitende und sodann zur Durchführung anzunehmende Programm des Landes-Elektrizitätswesens werden die Lage und die Größe der einzelnen Kraftwerke, die Periodenzahl, die Spannungen der Hauptfern- und auch der wichtigeren Verteil-Hochspannungsleitungen, der allergrößte Teil der wichtigsten Transformatorenstationen und hiemit auch der Überspannungsschutz und die mit diesen Objekten zusammenhängenden sonstigen kleineren Fragen „normalisiert" sein. Gleichstrom dürfte in absehbarer Zeit überhaupt „abnormal" werden und nur in solchen Fällen in Frage kommen, in welchen Wechselstrom überhaupt nicht verwendbar ist. Einer derzeitigen Normalisierung von Gleichstrommaschinen und -apparaten dürfte daher, wenigstens für Landanlagen, keine besondere Bedeutung zukommen.

Die Ortsanlagen (Transformatoren, Sekundärnetze, Installationen und im Zusammenhange hiemit die hiezu notwendigen Motoren und sonstigen direkten Bedarfsgegenstände) werden aus Gründen des „lokalen Wirkungsgrades" individuelle Behandlung erfordern, je nachdem ob sie bereits bestehen und mit Gleichstrom oder Drehstrom arbeiten, oder erst errichtet werden sollen und es dürfte eine zu weitgehende Normalisierung der hiefür in Frage kommenden Objekte weder für die elektrische Industrie, noch für die Konsumenten von Nutzen sein.

Beim Bau öffentlicher und größerer Privatanlagen sollte stets im Einvernehmen mit einer derartigen Landes-Elektrizitätsstelle vorgegangen werden, damit diese Neuanlagen solcherart ausgeführt werden, daß sie später in das allgemeine Projekt möglichst ökonomisch sich einfügen bezw. an das Netz des Landes-Elektrizitätswesens sich anschließen lassen.

Eine zu weitgehende Normalisierung dürfte nicht von Vorteil sein, da sie der bedeutendsten und ausschlaggebenden Eigenschaft der elektrischen Energie, der großen Anpassungsfähigkeit an die Bedarfszwecke, unter Umständen Hindernisse in den Weg legen könnte. Durch gut durchgebildete Spezialfabrikate wird ohnehin eine Art von Normalisierung automatisch erreicht, wobei sich die schöpferische Konkurrenz ohne Nachteil für die Konsumenten frei betätigen kann. Eine Normalisierung ist nur bei jenen Objekten von unbedingter, zweckmäßiger Notwendigkeit, welche häufigem Gebrauch und Verschleiß unterliegen, wie Glühlampen, Steckdosen, kleinere Installationsabschmelzsicherungen, Drehschalter u. dgl. und unter Umständen auch solche Objekte, wie Kohlenbürsten von Elektromotoren usw.

Dipl. Ing. C. **Dietrich** (schriftlich): Die Diskussion hat schon ergeben, daß die Frage der Normalisierung von Spannungen und Periodenzahlen gründlich überlegt sein will. Man konnte merken, daß nichts Ersprießliches dabei herauskommen kann, wenn alle beteiligten Kreise: Erzeuger, Verkäufer und Käufer von Maschinen und Transformatoren und die Stromlieferanten, gleichzeitig zu Wort kommen. Aber die weitaus größere Gefahr besteht darin, daß nicht die richtigen Leute diese Frage zur Bearbeitung bekommen. Jeder, der nur einigermaßen mit elektrotechnischen Dingen zu tun hat, weiß, was Spannung und Periodenzahl ist und glaubt deshalb in dieser wichtigen Angelegenheit mitsprechen zu dürfen. Aber nur eine ganz bestimmte Gruppe von Ingenieuren, und zwar die Berechner und Konstrukteure von elektrischen Maschinen und Transformatoren sind hiezu berufen. Denn es müssen auch Maßnahmen erwogen werden, welche notwendig sind, um Anlagen, welche den aufzustellenden Normalien nicht entsprechen, in normale zu verwandeln. Und eben das Studium der Möglichkeiten des Überganges von einer Spannung und Periodenzahl auf eine andere übernimmt am besten der Berechnungs-Ingenieur, der viel mit solchen Dingen zu tun hat.

Herr Ing. Spyri hat in seine Normalspannungsreihe Spannungen aufgenommen, die zum Teil bisher wenig in Anwendung standen. Wäre es nicht zweckmäßiger, als erstrebenswerte Richtlinien für die Normalisierung von Spannung und Periodenzahl die im Anhang der Maschinennormalien des V. D. E. 1914 enthaltenen Werte zu wählen:

Frequenz: 50,
Gleichstromspannungen: 110, 220, 440, 500 und 750,
Drehstromspannungen: 120, 220, 380, 500, 1000 V usw.

Die meisten Firmen haben ja die oben genannten Gleichstromspannungen bereits als normale Spannungen für ihre Gleichstrommaschinen zugrunde gelegt. Im übrigen sind die Vorschriften des Elektrotechnischen Vereines in Wien in enger Anlehnung an die des V. D. E. entstanden, und das ist ein weiterer Grund, die vom V. D. E. angegebenen Normalspannungen auch bei uns einzuführen.

Herr Ing. Spyri will bestimmte Normaltypenreihen aufstellen, die natürlich für alle Firmen bindend sein sollen. Aber jeder, der nur jemals mit der Aufstellung von Serien zu tun gehabt hat, wird wissen, daß man die Leistungen niemals wird normalisieren können. Herr Dr. Vidmar hat das für die Transformatoren schon gebührend hervorgehoben. Dasselbe gilt jedoch auch für alle Drehstrommaschinen und Gleichstrommaschinen. Wie kann man nur ernstlich erwägen, Asynchronmotoren für mehr als 520 V überhaupt nicht mehr bauen zu wollen, versehen doch in vielen

Digitized by Google

Betrieben Drehstrommotoren bis 6000 V seit vielen Jahren unstandslos ihren Dienst.

Mein Vorschlag geht dahin, daß eine Gruppe von Berechnern und Konstrukteuren aller erzeugenden Firmen in Österreich speziell die Frage der Periodenzahlen von 40 bis 60 und der Spannungen bis zirka 10 000 V behandelt. Für die Spannungen über 10 000 V wäre eine andere Gruppe zu bemühen. Denn hier haben wohl in erster Linie die technischen Leiter großer Überlandnetze mit Hochspannung das Wort, die Erfahrung auf diesem Gebiet haben, ferner die Projektanten derartiger Netze, die Apparatenkonstrukteure und eventuell noch die Transformatorenbauer. Einer dritten Gruppe müßten die Kollektormotorenberechner und Bahningenieure angehören, denn es handelt sich da um die niedrigperiodischen Bahnnetze von vorzugsweise $16^2/_3$ und 25 Per/s.

Diese drei Gruppen müßten knapp gefaßte feste Vorschläge machen, die auch Maßnahmen enthalten, die notwendig sind, um Netze, bei denen es ohne allzugroße Schwierigkeiten und Unkosten möglich ist, in normale Netze zu verwandeln. (Das Elektrizitätswerk Wien zum Beispiel, müßte unbedingt von 48 auf 50 Per/s übergehen.) Erst wenn diese festen Vorschläge vorliegen, sollte man die Elektrizitätswerke auffordern, sich zu diesen Vorschlägen zu äußern. Den Kreisen, die ohne spezielle Fachkenntnis nur ein Interesse am Verkauf von Maschinen haben, kann man nicht das Recht zuerkennen, bei dieser wichtigen Frage mitzusprechen.

Ernst Vogel, von der Firma Ernst Vogel, Spezialfabrik moderner Pumpen, Stockerau (schriftlich): Die im Vortrag von Herrn Ing. Spyri dort gemachten Vorschläge sind derart, daß man sich wundern muß, wieso es möglich war, daß die Elektrotechnik zu einer so hohen Stufe der Entwicklung gelangen konnte, ohne daß die dort angeregten Normalisierungen bis jetzt noch nicht eingeführt worden sind. Die wirtschaftlichen Ersparnisse und eminenten Vorteile jeder Normalisierung werden heute wohl allgemein anerkannt, aber welche enormen Vereinfachungen und Vergrößerung der Leistungsfähigkeit zahlreicher Fabriken bei Durchführung der angeregten Normalisierungen entstehen würden, kann nur derjenige ermessen, welcher unausgesetzt in die Lage kommt, für eine Arbeitsmaschine in den zahlreichen Katalogen der verschiedenen Elektrizitätsfirmen nachsehen zu müssen, welche Motortype sich am besten eignet und welche eventuell lagernd ist. Nachdem ich zum Beispiel für meine Turbopumpen täglich motorische Antriebe projektieren muß und für jeden Antrieb den Zusammenbau mit dem jeweilig in Frage kommenden Motor auszuführen habe, wäre es von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, wenn sich die verschiedenen Firmen einigen wollten auf gleiche Bauhöhe und gleiche Wellenstumpfmaße sowie Fußmaße für die gleichen Motoren. Es kommt wohl doch gewiß nicht darauf an, ob die Bauhöhe eines Motors 10 mm größer oder kleiner ist, wenn sich aber hiegegen Bedenken erheben lassen, so sind die vorgeschlagenen Normalisierungen auch ohne eine Normalisierung der Abmessungen bereits derart wichtig, daß ich nicht unterlassen möchte, meine begeisterte Anhängerschaft zu derartigen Vorschlägen auszusprechen, nachdem ich Tausende von Motoren jährlich von den verschiedensten Firmen für Pumpenantriebe zu verwenden habe und daher wohl in der Lage bin, sagen zu können, daß nicht nur die erzeugenden Firmen die Vorteile der Normalisierung empfinden würden, sondern in noch weit höherem Maße jene Firmen, welche laufend Elektromotoren verwenden.

Vielleicht könnten manche Elektrizitätsfirmen glauben, daß bei einer gleichartigen Normalisierung der einzelnen Maschinentypen in kaufmännischer Hinsicht nur noch der Preis den Ausschlag gibt und daß die Furcht vor diesem Umstande die betreffenden führenden Firmen dazu leitet, von der Einführung besagter Normalisierungen Abstand zu nehmen. Ich glaube jedoch, daß wie bisher auch in Zukunft die gleichen Motortypen ungeachtet der gleichen Leistung und Tourenzahl häufig auch trotz höherer Preise von gewissen eingeführten Firmen werden gekauft werden und daß die Normalisierung gewiß nicht den Gewinn der Lieferfirma durch heftigeren Konkurrenzwettbewerb beeinträchtigen wohl aber durch Ersparnisse an totliegenden überflüssigen Lagerkapitalien wirtschaftlich einen bedeutenden Erfolg darstellen wird.

Ing. H. Spyri (Schlußwort): Zu den Äußerungen der einzelnen Herren möchte ich kurz folgendes bemerken. Gegenüber den Ausführungen des Herrn Direktors Ing. E. Adler halte ich daran fest, daß in Amerika und in andern westlichen Ländern die Normalisierung gerade da, wo sie vor allem notwendig erscheint, nämlich bei den Lagertypen von Motoren und Netztransformatoren, viel weiter vorgeschritten ist als bei uns. Den noch radikaleren Vorschlägen von Herrn Ing. Adler, die gleichzeitige Führung von Luft- und Öltransformatoren aufzulassen und auch die Leistungsabstufung noch weitmaschiger zu halten, als von mir vorgeschlagen, kann ich mich nur anschließen. Was die Abgrenzung der Ankerart bei Drehstrommotoren anbelangt, so bin ich der Meinung, daß Motoren von über 10 PS an Wänden und Decken aufgehängt ein Unding sind. Asynchrone Motoren für Hochspannung bieten nachweisbar gegenüber einem Niederspannungsmotor mit Transformator weder im Betrieb noch in der Anschaffung wesentliche Vorteile, schon deshalb nicht, weil es sich in 90% der Fälle herausstellt, daß für Nebenzwecke ein Transformator aufgestellt werden muß.

Wegen der Umdrehungszahl großer Turbogeneratoren sei meinerseits nur gesagt, daß von einer gewissen Leistungsgrenze an die 2polige Ausführung gegenüber der 4poligen gewiß keine nennenswerten Vorteile mehr bietet. Diese Grenze dürfte etwa bei 1500 kW liegen.

Wenn, wie zu hoffen steht, eine großzügige mehrere Kronländer umfassende Elektrizitätsversorgung verwirklicht wird, kommt als Fernspannung einzig 80 000 oder 100 000 V in Frage. Als sekundäre Anschlußspannung an diese Hauptarterien genügt 20 000 V vollkommen.

Herr Dr. Vidmar vertritt den Standpunkt des Berechnungsingenieurs, welchem eine solche radikale Normalisierung überhaupt nicht angenehm ist, weil sie einen guten Teil seiner wissenschaftlichen und praktischen Arbeit überflüssig macht. Die von ihm behauptete Unmöglichkeit der Einheitsspule ist durch die Tatsache widerlegt, daß sie in Amerika mit den Normalspannungen 1100, 2200 und 4400 V längst eingeführt ist. Auch die übrigen Schwierigkeiten, welche er anführt, bestehen nicht, sobald man einsieht, daß die allzu engherzige Beobachtung der wirtschaftlich günstigsten Ausnützung weder nötig noch wünschenswert ist. Man kann ruhig für 6000 und 3000 V die genau gleichen Leistungsabstufungen in runden Werten einführen; daß dann bei 3000 V jede Größe etwas untertypiert ist bezw. etwas mehr leisten könnte als wie sie verkauft wird, bringt Niemandem einen wirklichen Schaden.

Mit den Ausführungen der Herren Dr. Th. Chorvát, Dipl. Ing. C. Dietrich und Ernst Vogel erkläre ich mich gerne einverstanden. Insbesondere die Anregungen des Herrn Ing. Dietrich finden meinen ungeteilten Beifall.

Vorträge.

Vortrag über den Elektrizitätsgesetz-Entwurf.

Der Elektrotechnische Verein, die vereinigten Fachgruppen für Elektrotechnik, Verwaltungs- und Wirtschaftstechnik und der Bau- und Eisenbahningenieure des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, die Vereinigung öst.-ung. Elektrizitätswerke und der Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie veranstalten Donnerstag den 21. Februar d. J., **halb 7** Uhr abends, im großen Saale des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien I, Eschenbachgasse 9, einen Vortragsabend, wobei Herr Sektionschef Dr. Arnold v. Krasny einen Vortrag „Der Entwurf eines Gesetzes über Elektrizitätswirtschaft“ halten wird.

Es ist beabsichtigt, über das Thema einen eigenen Diskussionsabend abzuhalten. Jene Herren, welche sich an der Diskussion beteiligen wollen, mögen dies ehebaldigst dem Vereinssekretariat mitteilen.

Elektrotechnischer Verein in Wien und Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Es ist ein Vortrag des Herrn Ingenieur Ladislaus v. Verebely: „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien“ und ein Vortrag des Herrn Ing. Gustav Seeliger, k. k. Ministerialrat im Ministerium für öffentliche Arbeiten, in Aussicht genommen; in dem letzteren Vortrage soll eine umfassende Übersicht über die effektiv verfügbaren Wasserkräfte in Österreich auf Grund amtlicher Daten gegeben werden.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
24. Februar 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 8.
36. Jahrgang.

INHALT:

Elektrischer oder mechanischer Transport der Energie. Von Karl Loss 89
Drahtbundhülsen aus Aluminium. Von Ing. R. Nowotny 95
Rundschau 97
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 100
Vereinsnachrichten 100

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Elektrischer oder mechanischer Transport der Energie.

Ein Beitrag zur Frage der elektrischen Großwirtschaft.

Von **Karl Loss**, Ludwigshafen a. Rh.

Seitdem die Elektrizitätswerke anfingen, ihren Absatz über große Gebiete zu beherrschen, konnten naturgemäß diejenigen Gesichtspunkte, welche bei der Wahl von Nahkraftwerken maßgebend waren, nicht mehr in vollem Umfange aufrechterhalten werden und mußten den Verhältnissen entsprechend sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht für die neuen Forderungen in Einklang gebracht werden.

Mit der Entwicklung dieser Kraftwerke und der Bewältigung der technischen Schwierigkeiten für die Übertragung der Energie ergeben sich Grundfragen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, welche bei gesteigertem Wettbewerbe restlos gelöst werden müssen, um später vor Überraschungen geschützt zu sein.

Es sind grundsätzlich zwei Arten von Kraftwerken zu unterscheiden, und zwar solche, welche den Betriebsstoff an der Gewinnungsstelle verarbeiten und deshalb den Arbeitsinhalt derselben in der wirtschaftlichsten Art und Weise nur an einer Stelle erzeugen, zum Beispiel Wasserkraftwerke, und solche, welche von entfernten Gegenden den Betriebsstoff beziehen und je nach den gegebenen Verhältnissen in einer oder mehreren Anlagen verwerten. Zu der letzteren Art gehören zum Beispiel Dampfkraftwerke.

Auf den ersten Blick wird das Erzeugnis der Wasserkraftanlage billiger erscheinen als das der Dampfkraftanlage. Die Kosten für die Beschaffung des Betriebsstoffes und des Transportes bis zur Kraftwerksstelle entfallen bei Wasserbetrieb, jedoch darf nicht vergessen werden, daß die Anlagekosten bei Wasserkraft- wesentlich höher sind als bei Wärmekraftanlagen. Ferner sind wohl die größte Anzahl von Wasserkraftanlagen derart beschaffen, daß die Wassermenge nicht während des ganzen Jahres gleichmäßig ist, so daß auch für Wasserkraftwerke eine Anlage erforderlich wird, welche bei wasserarmen Zeiten den Fehlbetrag an Arbeit erzeugen kann. Je nach der Größe und Wichtigkeit des Versorgungsgebietes werden sogar m e h r e r e Reserveanlagen geschaffen werden müssen.

Die Kosten im Kraftwerk werden in erster Linie davon abhängen, welcher Betriebsstoff verwendet wird und wie hoch die Kosten desselben frei Kraftwerk zu stehen kommen. Damit wäre die Frage für den günstigsten Ort des Hauptkraftwerkes bereits angeschnitten.

Wenn zum Beispiel der ungünstigste Fall vorhanden ist, daß der Fundort des Betriebsstoffes, die Lage des Kraftwerkes und der Belastungsschwerpunkt der Verwendungsstelle räumlich weit entfernt sind, so ist in erster Linie die Frage nach den Transportkosten der Energie bis zur Verwendungsstelle zu prüfen. Der Transport von der Betriebsstoff-Fundstelle bis zum Kraftwerk wird entweder mittels Eisenbahn oder Schiff erfolgen und im allgemeinen festgesetzten Tarifen begegnen, da wohl diese Art der Verkehrswege heute fast durchwegs im staatlichen Machtbereich bezw. dessen Einfluß steht. Die Transportkosten für die elektrische Übertragung hängen von einer Reihe Faktoren ab, welche im folgenden näher untersucht und für die so weit als möglich die allgemeinen Grundbeziehungen abgeleitet werden sollen.

Wir wollen um die beiden Fälle zu kennzeichnen, bei Verwendung von Betriebsstoff, welcher lager- und transportfähig ist, von „mechanischem Transport" reden und im anderen Falle, wenn die elektrische Arbeit an entlegenen Stellen erzeugt und mittels Leitungen fortgeleitet wird, von „elektrischem Transport".

Der mechanische Transport unterscheidet sich unter anderem dadurch, daß beim ersteren für die zu befördernde Energiemenge keine direkten Verluste entstehen, während beim elektrischen Transport Verluste in grundsätzlich zwei verschiedenen Formen auftreten, und zwar: 1. Leitungsverlust durch den Widerstand der Leitung, 2. Strahlungsverlust durch die Ionisierung der Leiterumgebung. Diese Verluste bedingen entsprechend größer dimensionierte Übertragungsmittel, welche die Kosten für die Leitungsanlage erhöhen und außerdem je nach der Belastung noch einen Teil der zu übertragenden Energie verbrauchen, so daß die Kosten für den elektrischen Transport *a*) feste und *b*) bewegliche werden.

Mechanischer Transport.

(Von der Betriebsstoff-Fundstelle bis zu den Kraftwerken.)

Der Tarif für den Transport pro km und Nutz·t betrug vor Inkrafttreten der Tariferhöhungen 1917 für feste Betriebsstoffe nach im deutschen Eisenbahngütertarif angegebenen Frachtsätzen nach den ordentlichen Tarifklassen für Rohstoffe bei Wagenbezug nach dem Ausnahmetarif pro 10 t

für	100 km	. . . .	Mk. 29.—
„	200 „	. . . .	„ 51.—
„	300 „	. . . .	„ 73.—

Enthält jedes kg Steinkohle 7000 WE, die in einem modernen Großkraftwerk zur Erzeugung von 1 kWh erforderlich sind, so betragen die Transportkosten für die kWh 0·29 Pfg. bei Eisenbahntransport. Wird Braunkohle mit 4000 WE benutzt, so betragen die Transportkosten für die entsprechende Kohlenmenge von 1 kWh 0·508 Pfg. Ist die Möglichkeit vorhanden, den Transport auf Fluß- bezw. Kanalschiffen zu bewerkstelligen, so werden zum Beispiel für die Strecke Ruhr-Essen—Ludwigshafen die Kosten durchschnittlich für 10000 kg Mk. 40 bei einer

Digitized by Google

Weglänge von etwa 500 km oder für 100 km Mk. 8 betragen, das heißt der Transport auf dem Wasserweg ist rund 3·6 mal billiger als mit der Eisenbahn.

Elektrischer Transport.

Für die Übertragung der Energie bei Großwirtschaft kommt aus einer Reihe von bekannten Gründen nur Drehstrom zur Anwendung. Der unter 1) genannte Leitungsverlust ist bei Drehstrom mit Phasenverschiebung um $\frac{1}{\cos \varphi^2}$ mal größer und darf natürlich aus wirtschaftlichen Gründen einen bestimmten Betrag nicht überschreiten. Um diesen Verlust in den zulässigen Grenzen zu halten, muß mehr Leitungsmaterial verwendet werden. Es entstehen also größere Anlagekosten, mit anderen Worten die festen Kosten des Transportes werden erhöht. Das Minimum dieser Verluste ergibt sich bei $\cos \varphi = 1$. Die Belastung des Kraftwerkes durch den Industrieanschluß wird jedoch in den meisten Fällen derart sein, daß Phasenverschiebung auftritt.

Der Leitungsverlust wird bedingt durch den Ohmschen Verlust des Leitungsmaterials und ist eine Funktion der Belastung. Der Querschnitt q des Leitungsmaterials in mm² steht zu dem zugelassenen Verlust $\frac{\varepsilon}{100}$ % bei einer zu übertragenden Leistung L in Watt auf eine Entfernung l in m bei einer Spannung E in V und einer Leitfähigkeit C des Materials in folgender Beziehung:

$$\frac{q}{100} = \frac{L \cdot l}{\varepsilon C \cdot E^2 \cos^2 \varphi} \quad \ldots \quad 1).$$

Das Gewicht G der Leitung in kg bei Drehstrom ohne Nulleiter ist, wenn γ das spezifische Gewicht des Leitungsmaterials betrifft:

$$3 \frac{q}{1000} l \gamma = G \text{ in kg} \quad \ldots \quad 2).$$

Bei der Untersuchung, welche Beziehung zwischen Material und Verluste steht, wollen wir von der Gleichung 1) ausgehen und berücksichtigen, daß in dieser Gleichung für den jeweils gegebenen Fall eine bestimmte Leistung auf die vorgeschriebene Entfernung übertragen wird und unter Berücksichtigung aller technischen Faktoren auch die Spannung als gegeben angenommen werde, dann können wir Gleichung 1) in folgender Weise schreiben:

$$q = \frac{100 \cdot L \cdot l}{C E^2 \varepsilon} \frac{1}{\cos^2 \varphi} = K \frac{1}{\cos^2 \varphi} \frac{1}{\varepsilon} \quad \ldots \quad 3)$$

und bei induktionsfreier Belastung

$$q = K \frac{1}{\varepsilon},$$

wobei $\frac{100 \cdot L \cdot l}{C E^2} = K$ konstant ist.

Das Gewicht dieser Leitung mit dem Querschnitt q ist nach Gleichung 2)

$$G = \frac{3 q l \gamma}{1000} \text{kg}$$

oder für q die Werte der Gleichung 1) eingesetzt

$$G = \frac{3}{1000} \frac{100 L l}{E^2 \varepsilon C} l \gamma,$$

$$= \frac{0{\cdot}3 L l^2 \gamma}{E^2 \varepsilon C} \text{kg} \quad \ldots \quad 4)$$

oder

$$G = \frac{3 l \gamma}{1000} \cdot \frac{100 L l}{C E^2 \varepsilon} = K' K \frac{1}{\varepsilon} \quad \ldots \quad 4a).$$

Tritt zwischen Strom und Spannung Phasenverschiebung auf, so wird entsprechend Gleichung 3)

$$q = \frac{100 L l}{E^2 C \varepsilon} \frac{1}{\cos \cdot \varphi^2}$$

und das Gewicht

$$G = \frac{0{\cdot}3 L l^2 \gamma}{E^2 \cos^2 \varphi \varepsilon C} \quad \ldots \quad 5),$$

$$= \frac{3 l \gamma}{1000} \frac{100 L l}{E^2 C \varepsilon} \frac{1}{\cos^2 \cdot \varphi} = K' K \frac{1}{\varepsilon \cos^2 \varphi} \quad \ldots \quad 5a).$$

Der Querschnitt wird also um $\frac{1}{\cos^2 \varphi}$ mal größer oder das Gewicht der Leitung in % ausgedrückt, um

$$G\% = 100 \frac{K' K \frac{1}{\varepsilon \cos^2 \varphi} - K' K \frac{1}{\varepsilon}}{K' K \frac{1}{\varepsilon}},$$

$$= 100 \frac{(1 - \cos^2 \varphi)}{\cos^2 \varphi} \quad \ldots \quad 6)$$

größer.

Dieser Ausdruck ist in Abb. 1 dargestellt.

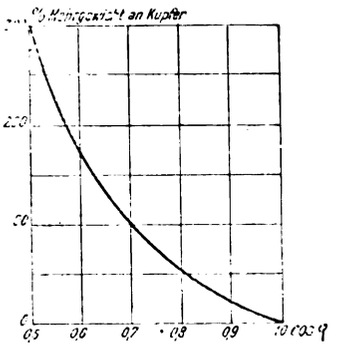


Abb. 1.

Damit sind die Gewichte und Querschnitte für das Leitungsmaterial bekannt und nun können die Kosten für das Gestänge bestimmt werden. Es ist nun für den Mehranteil des Leitungsmaterials bei Phasenverschiebung der Kapitaldienst zu untersuchen, damit entschieden werden kann, ob die Aufstellung eines Phasenkompensators erhebliche Vorteile bietet. Es ist noch zu ergänzen, daß bei Hochspannungsleitungen auf große Entfernung auch die Kapazitätsströme zu berücksichtigen sind, welche insofern günstig auf die Übertragung einwirken, als durch dieselben ein Teil der induktiven Phasenverschiebung aufgehoben wird und dadurch die Spannungsverhältnisse verbessert werden.*)

In Fernleitungen für große Leistungen, welche mit einer Spannung von rund 100 000 V betrieben werden, treten, wie eingangs erwähnt, noch Strahlenverluste auf, deren Größe heute noch nicht so einfach ermittelt werden kann, als die vorhin besprochenen Verluste. Peeck gab für die Berechnung der Verluste in kW pro km eine Berechnungsart an. Die nach dieser Formel berechneten Verluste sind von verschiedener Seite nachgeprüft worden. Eine volle Übereinstimmung ließ sich nicht erzielen, weil die Voraussetzung für das Leitermaterial und die Witterungsverhältnisse wohl selten zutreffen. In einer von Hoppe erschienenen

*) Über die Berechnung der Spannungssteigerung durch Kapazität siehe Forssblad E. T. Z. 1912.

Digitized by Google

Arbeit*) ist die von Peeck aufgestellte Formel diskutiert worden. Diese Ergebnisse für Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu verwenden, dürfte nicht angängig sein, so sind bei 100 000 V Verteilungsanlagen mit Entfernungen von 100 bis 300 km die Geländeunterschiede und die dabei entstehenden Gesamtverluste nicht berücksichtigt. Ebenso sind die Verluste infolge Spannungsschwankungen nicht ermittelt. Es kann übrigens von dieser Arbeit, welche lediglich eine Diskussion der Peeckschen Formel darstellt, nicht verlangt werden, daß die Ergebnisse derart sind, daß dieselben für praktische Verhältnisse verwendet werden können.

Messungen in der Lauchhammer-Anlage haben ergeben, daß diese Verluste bei Spannungserhöhungen und warmem Wetter außerordentlich rasch steigen und Größen annehmen, welche die nach Peeck zu erwartenden Werte nicht ergibt. Es dürfte sich deshalb empfehlen, für 100 000 V pro km 1 kW in die Wirtschaftlichkeitsberechnung aufzunehmen. Konstant sind diese Verluste allerdings nicht, nur können wir mit den heutigen Rechnungsunterlagen die Verluste im vorhinein noch nicht mit jener Sicherheit berechnen, wie wir zum Beispiel die Leitungsverluste durch den Ohmschen Widerstand vorausbestimmen können.**)

Damit sind die in Betracht kommenden Verluste in der Leitung, soweit sie der rechnerischen Ermittlung zugängig sind und für die Wirtschaftlichkeit von Einfluß werden, erschöpft.

Wir wollen nun die übrigen Transportkosten der Energie bei der elektrischen Übertragung untersuchen. Dabei müssen wir grundsätzlich zwei verschiedene Fälle unterscheiden, und zwar:

1. die zu übertragende Arbeit wird nur für eine geschlossene Verbrauchsstelle verwendet, zum Beispiel Industrieanlage, Stadt.

2. Die erzeugte elektrische Arbeit wird über ein großes Gebiet mit einer größeren Zahl von Verbrauchsstellen verteilt.

Zu Fall 1. Die elektrische Arbeit wird im Kraftwerk K elektrisch erzeugt, bis I elektrisch transportiert und in I auf Mittelspannung transformiert.

Von der Betriebsstoffundstelle F bis zum Kraftwerk K bzw. I wird der Arbeitsinhalt des Betriebsstoffes auf mechanischem Wege befördert. Bezeichnen wir den mechanischen Weg von F bis K mit M und von K bis I mit M_1 so wird bei mechanischer Übertragung der gesammte Weg $M + M_1$.

Demnach ergibt sich folgender Arbeitsübertragungsvorgang:

1. Mechanischer Transport von F bis K bezw. I M bezw. $M + M_1$.
2. Elektrizitätserzeugung in K . . . . . E und Transformierung auf Fernleitungsspannung T_F
3. Elektrische Fernleitung . . . . . F
4. Transformierung auf Mittelspannung . . . . T_M

Der andere Weg wäre, die Energie von F nach I auf mechanischem Wege zu fördern und dort erst in Elektrizität mit Mittelspannung umzuwandeln.

*) E. u. M. 1917, Seite 297 ff.

**) Über Strahlungsverluste siehe: Peeck: Österreichischer Kalender für Elektrotechniker, Jahrgang 1915. — Dr. Ing. Weidig und dipl. Ing. Jaensch: Koronaerscheinungen an Leitungen, E. T. Z. 1913. — Kurt Krumbiegel: Die Kraftübertragungsanlage. Lauchhammer-Gröditz-Riesa. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1913. — G. Klingenberg: Bau großer E.-W., Band 1.

Demnach müßten die Kosten bei Überlegenheit des elektrischen Transportes $M + E + T_F + F + T_M = M + M_1 + E$ bezw. $T_F + F + T_M = M_1$, das heißt die Kosten der Transformierung und Fernleitung müssen kleiner sein als die Kosten des mechanischen Transportes.

Wir haben eingangs die jährlichen Kosten für die elektrische Übertragung in feste und bewegliche eingeteilt. Die festen Kosten sind der Kapitalsdienst für Zentralenanteil, Leitungen, Transformatoren und eventuell für die Phasenkompensatoren bezw. Induktionsregler, die beweglichen für die Verluste in der Zentrale, Leitungen, Transformatoren und Phasenkompensatoren bezw. Induktionsregler.

Feste Kosten.

1. Kapitalsdienst für die Leitungsanlage.

Bei Übertragung auf große Entfernung kommen praktisch, infolge Geländeschwierigkeiten usw., derzeit wohl nur Freileitungen zur Verwendung.

Die Kosten derselben sowie die Kosten der später behandelten Zentralenanteile betrugen in den letzten Friedensjahren für 100 000 V-Freileitungen pro km*):

Tabelle 1.

Querschnitt in Kupfer	Kosten pro km betriebsfertig erstellte Leitung in Mark	Übertragbare Leistung bei 5% Ohmsche Verluste und cos. φ = 1 auf			Kapitalsdienst pro Jahr/km
		100 km	200 km	300 km	
3 × 50	8 500	14 500	7 150	4 850	680·—
3 × 70	9 700	20 000	10 000	6 650	776·—
3 × 95	12 000	27 250	13 500	9 100	960·—
3 × 120	13 600	34 500	17 250	11 500	1 088·
2 (3 × 50)	14 000	29 000	14 300	9 700	1 120·—
2 (3 × 70)	16 000	40 000	20 000	13 300	1 280·—
2 (3 × 95)	19 500	54 500	27 000	18 150	1 560·—
2 (3 × 120)	22 500	69 000	34 500	23 000	1 800·—

Für den Kapitalsdienst wurden angenommen: 5% Zinsen, 1·5% Abschreibungen (unter Berücksichtigung des Altwertes), 1·5% Unterhalt.

2. Kapitalsdienst der Transformatoren und Stationsanlagen.

Großkraft-Transformatorstationen sind im Überlandgebiet nur an jenen Stellen zu errichten, an welchen die Versorgung mit Mittelspannung nicht mehr ausreicht. Es ist deshalb die richtige Wahl der Mittelspannung auf die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage von maßgebendem Einfluß. Die Kosten von Transformatorenstationen für 100 kV Oberspannung werden durch die Schaltanlage sehr stark beeinflußt.

Zum Beispiel betrugen die Kosten pro 1 kW-Leistung für eine Gesamtleistung einschließlich voller Reserve bei

1000 kVA	. . .	Mk. 210
1500 „	. . .	„ 185
2500 „	. . .	„ 130
4000 „	. . .	„ 90
5000 „	. . .	„ 80

das heißt also für eine Leistung von 1000 kW und 1500 kW sind die Kosten pro Station größer bezw. nicht

*) Die Angaben stammen unter teilweiser Benutzung aus Klingenberg, Bau großer E.-W., Band I.

Digitized by Google

viel geringer als die Kosten pro kW Großkraft-Zentralenleistung. (Siehe Abb. 2.)

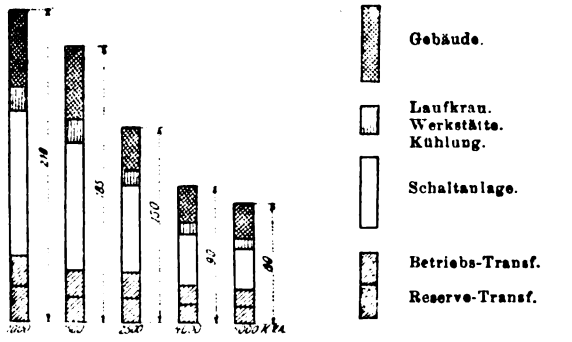


Abb. 2. Kosten von 100 kVA-Stationen pro kVA.

Erst über 5000 kW werden diese Stationen wirtschaftlich.

Die wirtschaftliche Reichweite der Mittelspannung ist aus Abb. 3 zu entnehmen.

Bekanntlich ist die Übertragungsleistung dem Quadrate der Betriebsspannnng proportional, das heißt bei doppelt so hoher Spannung kann mit gleichen Verlusten die vierfache Leistung auf dem gleichen Leitungswege bezw. die gleiche Leistung auf die 4 fache Weglänge übertragen werden.

So können mit 30000 V und 95 mm² Kupfer eine induktionsfreie Leistung von

1000 kW	auf	245	km,	
2000	„	„	122·5	„
3000	„	„	81	„
4000	„	„	61	„
5000	„	„	49	„

übertragen werden.

Es können also mit 95 mm² Kupfer bei 30000 V rund 800 km² mit einer radialen Endleistung von 5000 kW versorgt werden.

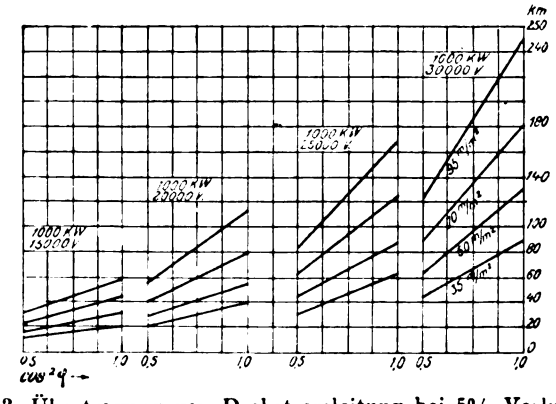


Abb. 3. Übertragung von Drehstromleitung bei 5% Verlust und bei verschiedenen $\cos^2\varphi$.

Betriebsverluste.

Die Betriebsverluste in den Transformatoren setzen sich aus Magnetisierungs- (Eisen) und Wicklungsverlusten (Kupfer bezw. Aluminium) zusammen. Bei normaler Spannung sind die Magnetisierungsverluste konstant und von der Belastung unabhängig. Die Größe derselben läßt sich durch Konstruktionsmaßnahmen derart beeinflussen, daß die Magnetisierungs- uud Wicklungsverluste in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Es wird zum Beispiel vorteilhaft sein, die Wicklungs- und Eisenverluste für Transformatoren, welche das ganze Jahr ununterbrochen in Betrieb stehen, anders aufzuteilen, als für Transformatoren, welche (zum Beispiel in Fabriksbetrieben) nur eine beschränkte Betriebszeit aufweisen. Die Wicklungsverluste ändern sich, in Watt ausgedrückt, bei $\cos\varphi < 1$ proportional im quadratischen Verhältnis mit der Belastung in kVA und in Prozenten proportional mit der Belastung in kVA.

Außer diesen Leistungsverlusten sind die in den Transformatoren auftretenden Spannnngsverluste bei verschiedenem Leistungsfaktor von hervorragendem Einfluß.

Die Drehstromtransformatoren haben einen Spannungsabfall bei verschiedenen $\cos\varphi$, welcher sich bekanntlich nach folgender Formel berechnet:

$$e_\varphi = \sqrt{\epsilon_k^2 - e_\lambda}\,\sqrt{1-\cos^2\varphi} + e_\lambda \cos\varphi.$$

Dabei bedeutet

e_φ = Spannungsabfall bei $\cos\varphi$,
ϵ_k = Kurzschlußspannung,
e_λ = Spannungsabfall bei $\cos\varphi = 1$

für einen Transformator mit $\epsilon_k = 7{\cdot}8\%$ und $e_\lambda = 0{\cdot}85\%$ ergibt sich der Spannungsverlust bei verschiedenen $\cos\varphi$:

$\cos\varphi$	e_φ
1·0	0 85
0·9	4·14
0·8	5·33
0·7	6·12
0·6	6·71
0·5	7·33

Betrachten wir den Einfluß des Spannungsabfalles noch etwas näher. Für die Fernübertragung sind mindestens zwei Transformatoren erforderlich, welche zum Beispiel unter Voraussetzung der in vorstehendem Beispiel angegebenen ϵ_k und e_λ bei $\cos\varphi = 0{\cdot}7$ je rund 6% Spannungsabfall haben. In der Leitung ist unter Berücksichtigung des Leistungsverlustes von zum Beispiel 5% ein Spannungsverlust bei $\cos\varphi = 0{\cdot}7$ von 4·0%. Demnach beträgt der Gesamtspannungsverlust

$$6 + 6 + 4 = 16\%.$$

Je nach den Belastungsverhältnissen und der Art des Versorgungsgebietes ist es nun möglich, die Transformatoren der Mittelspannung entsprechend anzuzapfen, so daß der Verlust von 16% zulässig ist. Sind jedoch im Versorgungsgebiet entsprechende Belastungsschwankungen durch Großindustrie mit Tagesbelastung, so wird dieser Verlust zu groß sein und es ist, wie eingangs erwähnt, entweder durch Induktionsregler oder mit Phasenschieber der Spannungsverlust zu kompensieren. Wird der Induktionsregler verwendet, so bleiben die Stromerzeuger, Transformatoren und Leitungen induktiv belastet und sind für den Arbeitsabsatz nicht voll ausnutzbar. Es wird deshalb zu untersuchen sein, wie groß die Vorteile durch Aufstellung eines Phasenschiebers werden. Beispielsweise wird der Betrag für die festen Kosten pro kW-Zentralenleistung bei einem Grundpreis pro kVA von

Mk. 200	bei	$\cos\varphi$	1	auf
„ 225	„	„	0·9	
„ 250	„	„	0·8	
„ 285	„	„	0·7	
„ 334	„	„	0·6	

während der Zeit, für welche die Phasenverschiebung vorherrscht, erhöht. Im gleichen Maßstabe verringert sich die Leistung der Transformatoren und Leitungen, bezw. erhöht sich der anteilige Betrag für die festen Kosten pro Leistungseinheit.

In nachfolgender Tabelle 2 sind nun sämtliche Kosten, welche durch den Kapitaldienst der Anlagen in Betracht kommen, zusammengefaßt.

Digitized by Google

Tabelle 2. Feste Kosten für die Fernleitung.

Kupferquerschnitt in mm²	km	Übertragungsleistung bei cos φ = 1	Verluste in kW				Zentralenanteil der Verluste in kW	Kostenanteil						
			Strahlung	für 2 Transformatoren		Leitung 5%		Kraftwerk		2 Transformatorstationen, einschließlich Schaltanlage		Leitung Mk	Gesamtkosten Mk.	8% Kapitaldienst Mk.
				Eisen	Wicklung			pro kW	Gesamt Mk.	pro kW	Gesamt Mk.			
3 × 50	100	14 500	100	150	300	725	1275	200	255 000	50	1 450 000	850 000	2 555 000	204 400
3 × 70		20 000		200	400	1000	1700		340 000	50	2 000 000	970 000	3 310 000	264 800
3 × 95		27 250		275	550	1360	2285		457 000	45	2 450 000	1 200 000	4 107 000	328 560
3 × 120		34 500		350	700	1725	2875		575 000	45	3 115 000	1 360 000	5 050 000	404 000
2 (3 × 50)		29 000		300	600	1450	2450		490 000	45	2 610 000	1 400 000	4 500 000	360 000
2 (3 × 70)		40 000		400	800	2000	3300		660 000	40	3 200 000	1 600 000	5 460 000	436 800
2 (3 × 95)		54 000		550	1100	2750	4500		900 000	40	4 360 000	1 950 000	7 210 000	576 800
2 (3 × 120)		69 000		700	1400	3500	5700		1 140 000	40	5 520 000	2 250 000	8 910 000	712 800
3 × 50	200	7 250	200	75	150	365	790		158 000	60	870 000	1 700 000	2 728 000	218 240
3 × 70		10 000		100	200	500	1000		200 000	50	1 000 000	1 940 000	3 140 000	251 200
3 × 95		13 500		135	265	675	1275		255 000	50	1 350 000	2 400 000	4 005 000	320 400
3 × 120		17 250		175	350	865	1590		318 000	50	1 725 000	2 720 000	4 763 000	381 040
2 (3 × 50)		14 500		150	300	725	1375		275 000	50	1 450 000	2 800 000	4 525 000	362 000
2 (3 × 70)		20 000		200	400	1000	1800		360 000	50	2 000 000	3 200 000	5 560 000	444 800
2 (3 × 95)		27 250		275	550	1375	2400		480 000	45	2 452 500	3 900 000	6 832 500	530 600
2 (3 × 120)		34 500		350	700	1750	3000		600 000	45	3 105 000	4 500 000	8 205 000	576 400
3 × 50	300	4 850	300	50	100	240	690		138 000	80	776 000	2 550 000	3 464 000	277 120
3 × 70		6 650		65	130	335	830		166 000	80	1 065 000	2 910 000	4 141 000	331 280
3 × 95		9 100		90	180	450	1020		204 000	60	1 090 000	3 600 000	4 894 000	391 520
3 × 120		11 500		115	230	575	1220		244 000	50	1 150 000	4 080 000	5 474 000	437 920
2 (3 × 50)		9 700		100	200	485	1085		217 000	50	970 000	4 200 000	5 378 000	430 960
2 (3 × 70)		13 300		130	260	665	1355		271 000	50	1 330 000	4 800 000	6 401 000	512 080
2 (3 × 95)		18 150		180	360	915	1755		351 000	50	1 815 000	5 850 000	8 016 000	641 280
2 (3 × 120)		23 000		230	460	1150	2140		428 000	45	2 300 000	6 750 000	9 478 000	758 240

Betriebskosten.

Die elektrische Arbeit kann, je nach den vorherrschenden Verhältnissen, in modernen Großkraftwerken um einen hohen Prozentsatz billiger erzeugt werden als in Klein-, bezw. Mittelkraftwerken. Zum Beispiel beträgt der Dampfverbrauch eines 5000 kW-Turbogenerators für 350° C, 14 at, 90% Vakuum, durchschnittlich bei Vollbelastung rund 5·8 kg pro kWh, während der Dampfverbrauch eines 10 000 kW-Aggregates für die gleichen Verhältnisse nur rund 5·7 kg beträgt und Dampfturbinen für eine Leistung von 20 000 kW nur noch 5·6 kg Dampf pro erzeugte kWh benötigen. Das ergibt eine Überlegenheit des 20 000 kW-Aggregates gegenüber dem 10 000 kW-Aggregat um 0·1 kg, bezw. gegenüber dem 5000 kW-Aggregat um 0·2 kg Dampfverbrauch. Wird jedoch die Belastungscharakteristik berücksichtigt, so wird der Dampfverbrauch der 5000 bezw. 10 000 kW-Aggregate praktisch gleich sein.

Es ist hinreichend bekannt, daß der Preis für die erzeugte kWh wesentlich von der Benutzungsdauer der erzeugenden Anlage abhängt. In Überlandzentralen lassen sich grundsätzlich drei verschiedene Belastungsgrundformen unterscheiden.

Ist das Versorgungsgebiet rein ländlich, also Kleinkonsum, so ist die Hauptbelastung eigentlich nur während der Lichtzeit vorhanden und die Ausnutzung der Höchstleistungsfähigkeit der Zentrale, bezw. der Transformatorenstationen eine sehr niedrige. Wenn die elektrische Arbeit über Gebiete verteilt wird, welche Gemeindewesen mit 500 bis 3000 Einwohner besitzen, so beträgt die Benutzungsdauer der Höchstbelastung im Jahr, wenn die elektrische Arbeit nach reinem Zählertarif abgegeben wird:

bei 300—500	600—800	900—1400	1500—2000	2000—3000 Einw.
800	900	1000—1200	1200—1300	1500—1700 Std.

Tabelle 3. Größe der von der Belastung unabhängigen Verluste.

Querschnitt Kupfer	Übertragungsleistung	km	Strahlungsverluste 8760 Stunden = kWh	Eisenverluste in den Transformatoren 8760 Stunden = kWh	Gesamtverluste in kWh
3 × 50	14 500	100	876 000	1 314 000	2 190 000
3 × 70	20 000		876 000	1 752 000	2 628 000
3 × 95	27 250		876 000	2 389 000	3 265 000
3 × 120	34 500		876 000	3 066 000	3 942 000
2 (3 × 50)	29 000		876 000	2 628 000	3 504 000
2 (3 × 70)	40 000		876 000	3 504 000	4 380 000
2 (3 × 95)	54 500		876 000	4 818 000	5 694 000
2 (3 × 120)	69 000		876 000	6 132 000	7 008 000
3 × 50	7 250	200	1 742 000	657 000	2 399 000
3 × 70	10 000		1 742 000	876 000	2 618 000
3 × 95	13 500		1 742 000	1 180 000	2 922 000
3 × 120	17 250		1 742 000	1 533 000	3 275 000
2 (3 × 50)	14 500		1 742 000	1 314 000	3 056 000
2 (3 × 70)	20 000		1 742 000	1 752 000	3 494 000
2 (3 × 95)	27 250		1 742 000	2 389 000	4 131 000
2 (3 × 120)	34 500		1 742 000	3 066 000	4 808 000
3 × 50	4 850	300	2 628 000	438 000	3 066 000
3 × 70	6 650		2 628 000	569 400	3 197 400
3 × 95	9 100		2 628 000	788 400	3 416 400
3 × 120	11 500		2 628 000	1 007 400	3 635 400
2 (3 × 50)	9 700		2 628 000	876 000	3 504 000
2 (3 × 70)	13 300		2 628 000	1 138 800	3 766 800
2 (3 × 95)	18 150		2 628 900	1 576 800	4 204 800
2 (3 × 120)	23 000		2 628 000	2 014 800	4 642 800

Heimindustrie kann die Benutzungszeit um 80% und mehr erhöhen.

Wesentlich anders ist die Belastung in Versorgungsgebieten mit vorwiegend industrieller Betätigung. Durch die Arbeitszeit der Fabriken und damit einer wesentlichen Verlängerung des Lichtbedarfes der von den Fabriken abhängigen Unternehmungen wird die Benutzungszeit auf etwa 2500 bis 4000 und mehr Stunden erhöht. Großindustriegebiete haben eine Benutzungsdauer von 5000 bis 7000 Stunden. Es ist der Einfluß

Digitized by Google

der Benutzungsdauer von anderer Seite derart gründlich behandelt worden, daß für unsere Untersuchung auf diese Arbeiten verwiesen werden kann*). Für die vorliegende Arbeit ist es nur notwendig, auf die jährlichen Verluste unter Berücksichtigung der Benutzungsdauer einzugehen.

An Hand der folgenden Zahlentafeln ist ersichtlich, daß die Betriebsverluste in den Transformatoren und Leitungen wieder eingeteilt werden können in solche, welche von der Belastung unabhängig sind und in diejenigen, welche mit der Leistungsabgabe sich ändern.

Der jährliche Arbeitsverbrauch durch diese Verluste ergibt sich bei Berücksichtigung der verschiedenen Belastungen und Zeiten nach Tab. 3.

Die nun noch weiter zu berücksichtigenden Verluste hängen von der Belastung und von der Benutzungsdauer ab. Unter Benutzungsdauer versteht die Tarifpolitik das Verhältnis der jährlich erzeugten kWh zu der Höchstbelastung des Werkes. Für die genaue Ermittlung dieser Verluste ist die Kenntnis der Belastungscharakteristik erforderlich.

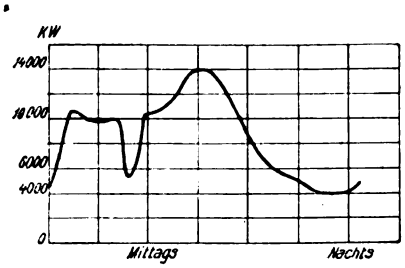


Abb. 4. Belastungscharakteristik einer Stadt mit Mittelindustrie.

Ein Kraftwerk mit Mittelindustrie und Stadtbelastung nach Abb. 4 würde bei einer etwa zehnstündigen Tagesbelastung mit 10 000 kW, einer dreistündigen Spitzenbelastung mit 14 500 kW in der Leitung und Transformatoren folgende Verluste aufweisen:

Belastung		Erzeugte kWh	Verluste			
			Leitung		2 Transformatoren	
Std.	kW		%	kWh	%	kWh
10	10 000	100 000	3·5	3500	1·5	1500
3	14 500	43 500	5·0	2175	3·0	1305
11	4 000	44 000	1·4	615	0·6	265
24		187 000		6290		3070

Der Ohmsche Verlust in Prozenten beträgt also für die Leitungen und Transformatoren rund 5%.

Das heißt diese Anlage hätte unter Berücksichtigung der Sommerbelastung bei 45 Mill. erzeugten kWh und 14 500 kW Höchstbelastung eine Benutzungsdauer von 3100 h.

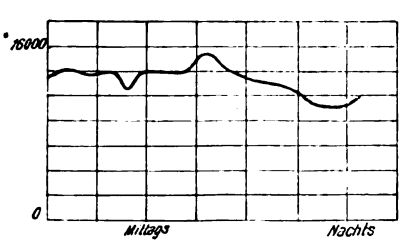


Abb. 5. Belastungscharakteristik mit Großindustrie.

Eine Belastungscharakteristik der Großindustrie in Kohlengebieten und namentlich in der chemischen Großindustrie zeigt Abb. 5.

Die Stromverluste bei dieser Belastung ermitteln sich im gleichen Sinne wie im vorhergehenden Beispiel:

Belastung		Erzeugte	Verluste			
			Leitung		2 Transformatoren	
h	kWh	kWh	%	kWh	%	kWh
15	14 000	210 000	4·65	9 750	2·7	5 700
2	16 000	32 000	5·7	1 820	3·3	1 060
7	10 000	70 000	3·2	2 250	1·87	1 300
24		312 000	4·44	13 820		8 060

Die Ohmschen Verluste betragen demnach rund 7% der übertragenen Arbeit.

In diesem Falle würden rund 100 Mill. kWh erzeugt und die Benutzungsdauer 6250 h betragen.

Belastungscharakteristik einer landwirtschaftlichen Versorgungsanlage außerhalb der Dreschzeit.

Belastung		Erzeugte	Verluste			
			Leitung		2 Transformatoren	
h	kW	kWh	%	kWh	%	kWh
18	2 000	36 000	0·7	250	0·275	100
3	6 500	19 500	2·25	440	0·9	175
3	14 500	43 500	5	2 175	2·0	870
24	99 000	99 000	2·90	2 865	1·15	1 140

Der Ohmsche Verlust beträgt in % also für die Leitung und Transformatorenwicklung rund 3·77 oder aufgerundet 4%.

Das heißt, diese Anlage hatte bei Erzeugung von 24 000 000 kWh und einer Höchstbelastung von 14 500 kW eine Benutzungsdauer von 1650 h.

Es muß betont werden, daß wohl ein großes Versorgungsgebiet aus verschiedenen Belastungscharakteristen zusammengesetzt ist und deshalb je nach der Werbetätigkeit und den örtlichen Verhältnissen in der Lage ist, die Ausnutzung des Kraftwerkes ganz enorm zu beeinflussen.

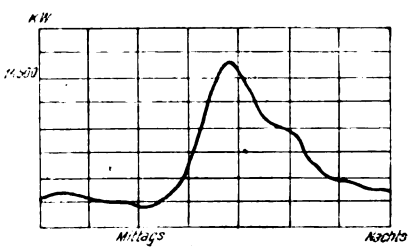


Abb. 6. Belastungscharakteristik einer landwirtschaftlichen Versorgungsanlage außerhalb der Dreschzeit.

Wie stark die Leistungs- bezw. Wicklungsverluste durch die Belastungscharakteristik bezw. Benutzungsdauer beeinflußt werden, zeigt das vorangeführte Beispiel deutlich.

Es bleibt nur noch zu untersuchen, wie hoch die Gestehungskosten ab Zentrale kommen. Die Zentralenkosten haben wir bei Aufstellung der festen Kosten für die Fernleitung zu 200 Mk. pro kW angenommen. Die festen Kosten für Verzinsung des Anlagekapitals, Unterhaltung, Abschreibung und Reparaturen werden 10% bedingen, so daß pro kW Mk. 20 pro Jahr feste Kosten erstehen.

In modernen Dampfkraftwerken werden die beweglichen Kosten pro kWh für Brennstoff bei einem Wärmepreis ab Zeche für das Jahr 1913.*)

	Heizwert WE	Preis pro 10 000 WE Pfg.
Westfälische Kohle . . .	7500	1·97
Sächsische Steinkohle . .	6000	1·83
Oberschlesische Steinkohle	6500	1·62
Bitterfelder Rohbraunkohle	2050	0·70

*) Siehe Dr. Fleig: Stromtarife für Großabnehmer elektrischer Energie (1913). Vgl. E. u. M. 1913, Seite 504.
Dr. Siegel: Der Verkauf elektrischer Arbeit (1917).
Dr. Birrenbach: Die Stromversorgung der Großindustrie (1913). Vgl. E. u. M. 1914, Seite 257.

*) Klingenberg, Elektrische Großwirtschaft unter staatlicher Mitwirkung.

Digitized by Google

Es war also nach unten 0·7 und nach oben 1·97 Pfg. die Grenze. Durch Verwendung von Grus und Mischung der Kohlen lassen sich innerhalb gewisser Grenzen die Wärmepreise noch günstiger gestalten und die Kesselanlage besser ausnutzen. Es ergeben sich je nach den Verhältnissen dann Wärmepreise, welche im Durchschnitt 1·60 Pfg./10 000 WE bezw. für 7000 WE pro kWh 1·12 Pfg. Heizstoffkosten beanspruchen. Zu den Heizstoffkosten kommen noch pro kWh für Verwaltung, Betriebsleitung, Reparaturen, Versicherungen usw. ein Zuschlag von etwa 80 bis 100% pro kWh, so daß die beweglichen Kosten in einem Wärmekraftwerk durchschnittlich mit 2·2 bis 2·5 Pf./kWh angenommen werden dürfen.

Die durchschnittlichen Kosten pro kWh ergeben sich nach bekannten Regeln zu

$$k = \frac{K}{E} = \frac{F}{E} + \alpha \quad \ldots\ldots 7),$$

wenn k die Durchschnittskosten der erzeugten kWh,
K = die jährlichen Gesamtkosten der erzeugten kWh,
E = die jährlichen erzeugten kWh.
α = die beweglichen Betriebskosten pro kWh,
F = die festen Kosten pro kW bedeuten.

Die kWh kostet demnach in einem Mittelkraftwerk:

$k = \frac{2400}{3000} + 0{\cdot}025 = 3{\cdot}3$ Pfg. bei 3000 Benutzungsstunden und

$k = \frac{2400}{1650} + 0{\cdot}025 = 3{\cdot}955$ Pfg. bei 1650 Benutzungsstunden.

In einem Großkraftwerk bei einem Anlagekapital von Mk. 200 pro kW und einem beweglichen Preis von 2·3 Pfg. betragen die durchschnittlichen Kosten pro erzeugte kWh

$$= \frac{2000}{3000} + 0{\cdot}022 = 2{\cdot}86 \text{ Pfg.},$$

$$= \frac{2000}{1650} + 0{\cdot}022 = 3{\cdot}41 \text{ Pfg.},$$

das heißt ein Großkraftwerk kann bei vorstehenden Annahmen bei gleicher Benutzungsdauer rund 16% billiger erzeugen als ein Mittelkraftwerk. Besteht jedoch in den reinen Stromerzeugungskosten infolge gleichen Dampfverbrauches der Unterschied nur in den festen Kosten, so werden bei Mk. 240 bezw. 200 pro kW Anlagekosten die gesamten Stromkosten:

$$k = \frac{2400}{3000} + 0{\cdot}022 = 3{\cdot}0$$

bezw.

$$k = \frac{2000}{3000} + 0{\cdot}022 = 2{\cdot}86,$$

das heißt nur 4·9% billiger.

Durchschnittliche Kosten pro erzeugte kWh in Kraftwerken mit Mk. 240 bezw. 200 Anlagekosten pro kW bei 10% „festen" Kosten und 2·5 bezw. 2·2 Pfg. Betriebskosten:

Benutzungsdauer h	Kosten pro kWh bei $F = 20 \cdot —$, $\alpha = 0{\cdot}022$	Kosten pro kWh bei $F = 24 \cdot —$, $\alpha = 0{\cdot}025$	Differenz Pfg.	Differenz %
1000	4·2	3·9	0·7	16·65
2000	3·2	3·7	0·5	15·6
3000	2·86	3·3	0·44	15·4
4000	2·70	3·1	0·4	14·8
5000	2·60	2·98	0·38	14·6
6000	2·53	2·90	0·37	14·6
7000	2·485	2·841	0·35	14·2

Wir wollen noch kurz die jährlichen Ersparnisse bei verschiedenen Benutzungsstunden ermitteln:

Bei einer Benutzungsstundenzahl von 3000 h betragen die Ersparnisse bei einer Erzeugung mit

15 000 kW	rund	45	Mill.	kWh . . .	Mk.	198 000,
40 000 „	„	120	„	„ . . .	„	528 000,
70 000 „	„	210	„	„ . . .	„	924 000,

bezogen auf die in obiger Tabelle ermittelte Differenz der Erzeugungskosten von 0·44 Pfg. pro kWh.

Unter gleichen Annahmen ergeben sich Ersparnisse bei 7000 Benutzungsstunden

45	Mill. . . .	Mk.	157 000,
120	„ . . .	„	420 000,
210	„ . . .	„	735 000.

Wir können nunmehr die Kosten des Transportes auf elektrischem oder mechanischem Wege gegenüberstellen. Im allgemeinen Teil wurde bereits entsprechend darauf hingewiesen, daß die Transportkosten auf elektrischem Wege von der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung wesentlich beeinflußt wird. Der Mehrverbrauch an Leitungsmaterial wurde bereits abgeleitet und ist aus Abb. 1 ersichtlich. Außerdem werden aber durch die größeren Transformatoren und Schaltanlagen höhere „feste" Kosten entstehen und auch die beweglichen Kosten werden durch die größeren Transformatoren und die dadurch bedingten größeren Eisenverluste höher.

Stellen wir nun die Kosten für die Übertragung unter der Voraussetzung, daß der Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$ ist, auf und entwickeln wir noch den Faktor für die Berücksichtigung der Übertragungskosten bei verschiedenen $\cos\varphi$.

(Schluß folgt.)

Drahtbundhülsen aus Aluminium.

Von Ing. **R. Nowotny**, Wien.

Ein großer Teil der dem Fernverkehr dienenden Schwachstromleitungen der Staatstelegraphenverwaltung bestand auch in den allerletzten Jahren vor Ausbruch der Kriegsereignisse aus Eisendrähten; die meisten Staatstelegraphenleitungen waren aus solchem Material hergestellt, Bronzedraht kam für derartige Leitungen nur dort zur Verwendung, wo es sich um Leitungen des großen internationalen Verkehrs oder um schnellarbeitende Telegraphenbetriebe handelte.

Der zunehmende Mangel an Kupfer hat nun während des Krieges immer mehr zum Ersatz der Bronzedrähte, dem üblichen Material der Fernsprechleitungen, durch Eisen- und Stahldrähte gedrängt. Die Reichweite der Sprechverständigung über solche Drähte ist zwar weit geringer als auf Bronzedrähten, indessen hat man neuerer Zeit Hilfsmittel ausgebildet, um trotzdem über größere Entfernungen sprechen zu können.

Eine sehr wichtige Frage bei der Herstellung verläßlich wirkender und gut übertragender Fisendrahtleitungen ist die einwandfreie Verbindung der aneinander stoßenden Drahtenden. Am sichersten erfolgt diese bekanntlich mittels des gelöteten Wickelbundes.

Digitized by Google

Diese Bundart gibt dauerhaften Kontakt und hohe Zerreißfestigkeit. Aber seine Herstellung auf der Strecke ist ziemlich langwierig, behindert das rasche Vorwärtskommen und erfordert Lötzinn. Hier zeigte sich nun in der letzten Zeit eine neue Schwierigkeit, die Knappheit an Zinn machte die Beschaffung ausreichender Mengen von Lötmitteln fast unmöglich.

Der Mangel an solchen Stoffen drängt also dazu, ein Ersatzmittel für das Lötverfahren aufzufinden. Bei den Bronzedrähten ist diese Frage seit vielen Jahren in vollkommen entsprechender Weise gelöst. Der allgemein verwendete Hülsenbund (Arld'scher Bund), bei dem die beiden Drahtenden in eine passende Kupferhülse gesteckt und dann mit besonderen Werkzeugen verwürgt werden, entspricht allen Anforderungen und hat die Herstellung von Bronzedrahtleitungen wesentlich erleichtert. Ich habe seinerzeit hierüber in dieser Zeitschrift*) berichtet. Am Schlusse dieser Mitteilung erwähnte ich kurz, daß Versuche eingeleitet worden seien, um das Drahtbundverfahren mittels Hülsen auch für Eisenleitungen verwendbar zu machen. Nach verschiedenen Versuchen ergab sich, daß man brauchbare Drahtverbindungen in verzinkten Eisenleitungen mit Hilfe von Hülsen aus Kupfer herstellen kann. Selbstverständlich mußte es sich dabei um nicht verrostete Drähte handeln, also um verzinkte Drähte, deren Verzinkung noch gut erhalten ist. Der erzielte metallische Kontakt war gut. Um das Verhalten solcher Bünde in den Strecken richtig beurteilen zu können, wurden bei der Herstellung einiger neuen Telegraphenleitungen aus Eisendrähten die Drahtbünde mit Kupferhülsen ausgeführt. Der Betrieb über diese Leitungen konnte ohne allen Anstand geführt werden.

Zur Prüfung der Kontaktfähigkeit solcher Bundstellen wurden mehrere solcher Bünde nach einigen Jahren aus ihren Leitungen herausgeschnitten und vorsichtig geöffnet. Es zeigte sich, daß der Rostprozeß, der die Oberfläche der Drähte stellenweise schon mehr oder minder ergriffen hatte, sich bei einigen Hülsen teilweise schon auch in dieselben hineingezogen hatte und zwar in dem zwischen den Drähten liegenden Teile; es war zu erwarten, daß nach einer längeren Reihe von Jahren — und in Friedenszeiten blieben ja auch Eisenleitungen Jahrzehnte lang ohne Auswechslung im Betriebe — eine erhebliche und den Betrieb allenfalls schädigende Verschlechterung der Bundkontakte eintreten würde. Auch müßte streng darauf gesehen werden, daß nur neue Drähte in dieser Weise verbunden würden, bei angerosteten Drähten müßte unbedingt das Lötverfahren Verwendung finden. Die Einführung von Kupferhülsen für Eisendrahtleitungen unterblieb daher, da ja an Lötstoffen kein Mangel herrschte.

Jetzt steht man allerdings vor einer anderen Sachlage. Die große Knappheit an Lötmitteln zwingt zur äußersten Sparsamkeit. Die Raschheit der Leitungsherstellung ist oft von ganz besonderer Wichtigkeit, die Bedenken, ob die Bünde nach Ablauf einer längeren Reihe von Jahren noch ausreichenden metallischen Kontakt zeigen würden, treten vorläufig in den Hintergrund. Alles dies weist auf die Wiederaufnahme der Versuche zur Einführung von Hülsenbünden in Eisenleitungen hin.

Die einfachste Lösung dieser Frage läge in der Verwendung der seinerzeit schon ausgeprobten Kupferhülsen. Hier spielt jetzt allerdings die Materialfrage eine wesentliche Rolle. Sofern es sich um dünne Drähte — von 1·5 oder 2 mm Durchmesser — handelt, ist der Aufwand an Kupfer für die Hülsenerzeugung sehr gering; die Verbindungshülsen sind kurz und dünnwandig, so daß sie selbst bei großen Leitungslängen nur wenig Material erfordern. Dabei wirkt der Umstand günstig mit, daß die dünnen Drähte in großen Aderlängen geliefert werden können, daher im Verhältnisse nur eine geringe Zahl von Bundstellen hergestellt werden muß. Die dünnen Stahldrähte vom früher genannten Durchmesser können daher mit passenden kupfernen Hülsen verbunden werden. Anders liegen aber die Verhältnisse bei den stärkeren Leitungsdrähten. Hier müssen ziemlich lange und dickwandigere Hülsen benützt werden, um zweckentsprechende Hülsenbünde herstellen zu können; es kann daher bei der Knappheit des Kupfers an den Einbau solcher Kupferhülsen nicht mehr gedacht werden.

Die Herstellung von Eisenhülsen, die man hätte verzinken können, schied aus, weil ihre Erzeugung mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden war, die unter den heutigen Verhältnissen noch weit weniger überwunden werden könnten. Die Wahl fiel auf Aluminium. Bei Versuchen über die Verwendbarkeit dieses Stoffes zur Herstellung von Schwachstromfreileitungen war auch die Frage der Bundstellen berührt worden. Es lag nahe, das Hülsenbundverfahren auf Aluminiumdrähte zu übertragen. Die in dieser Richtung durchgeführten Vorversuche ergaben sehr bald günstige Ergebnisse. Es ließen sich auf Grund der früheren Erfahrungen mit Kupferhülsen solche aus Aluminium erzeugen, die bei der Verbindung von Aluminiumdrähten ohne weiters die erforderliche Zahl von Verwürgungen aushielten und die entsprechende Zerreißfestigkeit aufwiesen.

Nun wurde versucht, Aluminiumhülsen zur Verbindung von 3 und 4 mm starken Eisendrähten, als den am häufigsten verwendeten Sorten, zu benützen. Hier stand man vor einer weit schwierigeren Aufgabe. Der Bund mußte weit größeren Beanspruchungen standhalten; zu fordern war, daß die Drähte bei der Beanspruchung auf Zug sich nicht aus den Hülsen herausziehen durften und immer früher rissen, ehe eine merkliche Deformation der Hülsen eintrat. Die neuen Hülsen mußten sonach eine größere Wandstärke aufweisen, um diesen Forderungen vollkommen zu entsprechen, allerdings war es nun nicht so leicht, Hülsen in völlig brauchbarer Ausführung herzustellen. Die Schwierigkeiten wurden indessen von den Metallwerken G. Chaudoir, Wien, denen die Hülsenerzeugung übertragen war, überwunden. Es ist, wie die verschiedenen Versuche ergaben, ohneweiters möglich, Hülsen aus Aluminium für 3 und 4 mm starke Eisendrähte herzustellen, die den auftretenden bedeutenden Drahtzügen — bis 500 kg — beim Reißen des Drahtes vollkommen Stand hielten. Die Hülsen wurden so dimensioniert, daß sie sich den vorhandenen Bauwerkzeugen zum Verdrehen der Hülsen — besonderen Gabelkloben — anpassen; die Aluminiumhülsen für 3 mm starken Eisendraht haben den Außendurchmesser der Kupferhülsen für 4 mm starken Bronzedraht, die Aluminiumhülsen für 4 mm Eisendraht weisen die Außenstärke der für den 5 mm starken Bronzedraht bestimmten Kupferhülsen auf. Die Länge der Hülsen ist die gleiche wie bei Kupferhülsen; auch die Zahl der erforderlichen Verdrehungen bei der Bundherstellung — 4 halbe Drehungen — bleibt gleich.

Die folgende Zusammenstellung enthält einige der durchgeführten Zerreißproben. Von Interesse ist hiebei, daß die Drähte immer außerhalb der nicht deformierten Hülsen rissen im Gegensatz zu der sonst bei allen Verbindungen mit Kupferhülsen gemachten Beobachtung, wobei der Draht jedesmal knapp beim Eintritt in die Hülse zerriß.

*) Über Drahtbundverfahren für Freileitungen. E. u. M. 1908. Seite 723.

Digitized by Google

Zusammenstellung der Zerreißproben.

Drahtgattung	Bei der Zerreißprobe riß der Draht bei kg	Der Draht riß außerhalb der Hülse in einer Entfernung von dieser in cm
4 mm starker verzinkter Eisendraht	485	35
	500	20
	480	25
	390	30
	475	20
3 mm starker verzinkter Eisendraht	285	23
	280	27
	290	15
	280	20

Wichtig ist bei der Verwendung von Hülsenbünden, ob die in ihnen liegenden Kontaktflächen von Hülse und Draht bei eintretenden chemischen Angriffen hinreichend lange blank bleiben, was offenbar von dem Anliegen der Drähte in den Wänden der Hülsen abhängt. Es wurden mit Aluminiumhülsenbünden einige Korrosionsversuche ausgeführt, indem man solche Bünde mit eingeführten verzinkten Eisendrähten in Salzsäure und Essigsäure haltige Luft brachte und sie mehrere Wochen in dieser beließ. Auch hier konnte beobachtet werden, daß an der Außenfläche der Hülsen und an den Drähten ein sehr heftiger Angriff erfolgte, der sich indessen nur auf eine ganz geringfügige Entfernung in den Anfangsteil der Hülse erstreckte; die geöffneten Hülsen zeigten innen blanke Hülsenwände und Drahtoberflächen.

Im Aluminiumhülsenbund wird der Kontakt durch Anpressen der verzinkten Drähte an Aluminium erzielt. Besondere Bedenken gegen diese Anordnung liegen nicht vor, obzwar es sich um zwei verschiedene Metalle ohne Lötung handelt. Zink und Aluminium stehen in der elektrochemischen Spannungsreihe nicht weit voneinander. Hatte sich bei der praktischen Ausprobung der in verzinkten Eisenleitungen benützten Kupferhülsen keine nachteilige Wirkung der Verwendung von Kupfer und Zink feststellen lassen, so ist eine solche wohl noch weniger bei der Aluminiumhülse zu befürchten.

Auf Grund dieser Ergebnisse hat die österr. Staatstelegraphenverwaltung die Verwendung von Hülsenbünden in Leitungen aus 3 und 4 mm starken verzinkten Eisendrähten in Aussicht genommen; selbstverständlich darf ihr Einbau nur erfolgen, wenn unverrostete Drähte vorliegen, deren gut erhaltene Zinkschichte namentlich nach vorsichtigem Blankmachen eine sicheren Kontakt gebende Fläche verbürgt. Bei dem Verbinden der immer angerosteten Drähte schon bestehender Leitungen bleibt nach wie vor nichts übrig, als die Lötung durchzuführen. Wenn man also auch die Lötmittel nicht völlig entbehren kann, so wird ihr Verbrauch bei der Herstellung der jetzt die Regel bildenden Eisenleitungen doch wesentlich eingeschränkt werden können.

Zur Herstellung der erwähnten Aluminiumhülsenbünde reichen die bei der österreichischen Staatstelegraphenverwaltung eingeführten Gabelkloben vollkommen aus; die Verdrehung der an beiden Enden fest eingeklemmten Hülse erfolgt mittels eines längeren Schlüssels durch unmittelbaren Angriff auf die Mitte der Hülse. Für noch stärkere Drähte reicht aber die so ausgeübte Kraft nicht mehr aus. Es ist aber ohne weiteres klar, daß durch Einführung einer Übersetzung — Kurbelantrieb eines Schneckengetriebes — auch stärker dimensionierte Hülsen und Drähte durch den Arbeiter leicht verwürgt werden können.

Die Verwendung von Aluminiumhülsen dürfte wohl auch den Fachkreisen der Starkstromindustrie, die mit der Herstellung von Aluminumfreileitungen beschäftigt sind, einiges Interesse bieten. Ohne Schwierigkeiten ist die Verbindung von nicht zu starken Aluminiumdrähten durch solche Hülsen möglich. Die Beurteilung, ob ein Bedürfnis vorliegt, diese Bundfrage bei starken Drähten oder Drahtseilen aus Aluminium zu verfolgen und durch eingehende Versuche einer Lösung zuzuführen, bleibe den betreffenden Fachkreisen der Starkstromtechnik überlassen.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Elektrizitätsversorgung in Großbritannien*). Unter dem Druck der durch den Krieg hervorgerufenen Erscheinungen hat man auch in England der Frage der Verbilligung und Vereinheitlichung der Stromerzeugung erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet. Das Parlament hat einen Ausschuß zur Erörterung dieser Frage eingesetzt, in dem die Elektrizitätswerke gut vertreten waren. Dieser Ausschuß hat Ende 1917 Bericht erstattet und schlägt vor, 16 Großkraftwerke zu errichten, an die Gebietsverteilungsnetze angeschlossen sind. Die Errichtung dieser Kraftwerke bildet den Hauptpunkt des Elektrizitätswirtschaftsplanes. Die Form der Einbeziehung der bestehenden 600 größeren Werke in diesen Plan geht aus den knappen erhältlichen Berichten nicht hervor. Ob eine Verkupplung dieser Verteilungsnetze durch Reichsleitungen geplant ist, wird nicht angegeben. Gegen diese Verkupplung werden in England gute Gründe geltend gemacht. Tatsächlich verlieren die allgemeinen Vorteile der Verkupplung von Netzen (größere Betriebszuverlässigkeit, geringere Reserven, Überlagerung der Belastungslinien) bei so großen Netzen ihre Geltung. Der Ausschuß berechnet, daß durch die einheitliche Energieversorgung in Form von Elektrizität eine Verminderung des Kohlenverbrauchs für gewerbliche Zwecke (der mit 80 Mill. t angegeben wird) um 65 bis 70% erzielt werden kann. Wie anderwärts, beschäftigt sich auch in England die politische Presse mit diesen Plänen, und zwar mit der Frage des Besitzes und der Verwaltung der Anlagen. Die radikalen Organe verlangen ein Staatsmonopol, die gemäßigten Zeitungen, liberaler und konservativer Richtung, behaupten, daß der Staat zur Verwaltung so ausgedehnter, neuartiger Unternehmungen unfähig sei. Eine einflußreiche Zeitung schlägt ein „Elektrizitätsamt" vor, das als eine Art gemeinwirtschaftlicher Unternehmung mit behördlichem Charakter und weitgehenden Befugnissen geschildert wird. Von den zur Erörterung gelangten Punkten sei erwähnt:

1. Man verlangt, daß sich das Elektrizitätsamt nicht nur mit der Stromerzeugung befaßt, sondern sich auch maßgebenden Einfluß auf die Verteilung und den Verkauf des Stromes sichert. Es wird behauptet, daß die bestehenden Gemeinde- und privaten Werke es nicht verstanden haben den Elektrizitätsbedarf zu wecken, wie der Vergleich mit der Werbetätigkeit amerikanischer Werke und ihrer Ergebnisse zeigt. Man hofft, daß das Elektrizitätsamt eine wirksamere Organisation einrichten kann.

2. Man schlägt die Einführung eines Anschlußzwanges vor, der jeden Verbraucher (aber besonders Gemeinden und Elektrizitätswerke) zwingt, seinen Strombedarf bei den Großkraftwerken zu decken, sofern es bewiesen werden kann, daß er dadurch keinen Schaden leidet. Selbstverständlich muß ein Berufungsrecht gegen den Anschlußzwang eingeräumt werden.

3. Für die Lage der Kraftwerke ist der Wasserverbrauch maßgebend. Die Kohle wäre in werkeigenen Bahnen oder auf Wasserstraßen den Kraftwerken zuzuführen, und zwar müßte sich jedes Kraftwerk auf mehrere Zechen stützen, da nur die minderwertige Kohle, deren Versand unlohnend ist, unter dem Kessel verbrannt werden soll. Das Elektrizitätsamt soll sich Einfluß auf die Verwaltung und den Betrieb der Zechen sichern, und zwar einerseits wegen der Ausschaltung von Zwischengewinnen, andererseits um die Arbeitsbedingungen beobachten und sich gegen Streiks sichern zu können.

4. Ein Großkraftwerk soll eine Leistung von etwa 200 000 kW nach vollendetem Ausbau besitzen. Es soll Drehstrom von etwa 11 000 V, 50 Per/s erzeugen, der zur Verteilung auf 50 000 und 100 000 V transformiert werden soll. Die Verteilung soll hauptsächlich durch Freileitungen erfolgen, die mit gleicher Spannung betrieben, das heißt mit erhöhter Induktivität ausgeführt und durch Synchronmotoren geregelt werden. Das Elektrizitätsamt müßte weitgehende wegerechtliche Befugnisse, allenfalls sogar Enteignungsrechte bekommen.

5. Vorhandene Maschinen, die durch den Anschluß überflüssig werden, sind vom Elektrizitätsamt abzulösen, und zwar glaubt man, daß klare, rechtzeitige und liberale Ablösungsbestimmungen sehr dazu beitragen werden, die Ausbreitung des Anschluß-

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz., Seiten 150, 206, 247, 301.

Digitized by Google

gedankens zu fördern. Für die Verwertung der abgelösten Maschinen ist eine Handelsunternehmung zu schaffen. Eine günstige Verwertungsmöglichkeit ist der Verkauf nach Übersee, besonders nach China.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Über zusätzliche Kupferverluste bei Wechselstrommaschinen. J. Fischer-Hinnen, Oerlikon, konstatiert zunächst, daß die von A. B. Field*) aufgestellte Formel trotz ihrer außerordentlichen Wichtigkeit in der Praxis viel zu wenig benutzt werde, und führt dies darauf zurück, daß es dem Praktiker im allgemeinen widerstrebe, mit einer Formel zu rechnen, deren Herkunft er nicht kennt. Nun hat es aber Field unterlassen, die vollständige Ableitung zu geben, und genügen die etwas spärlichen Andeutungen nicht, sich zurechtzufinden. Andererseits stellt die später von Emde**) gegebene Anleitung etwas gar zu hohe Ansprüche an das mathematische Können der Leser.

Der von Fischer-Hinnen eingeschlagene Weg ist kurz folgender: Betrachtet man eine einzelne Nute (Abb. 1), und bezeichnet man mit B die Liniendichte des Streufeldes quer zu den Nuten, J den Gesamtstrom, n die Zahl der nebeneinanderliegenden Leiter, l die Länge eines Leiters in den Nuten (cm), ϱ den spezifischen Widerstand auf m und mm² bezogen, σ die Stromdichte (A pro cm²) an irgendeiner Stelle, so nimmt bekanntlich die Liniendichte bei Gleichstrom linear von c bis d zu; bei Wechselstrom dagegen ergibt sich die Beziehung

$$\frac{\partial B}{\partial x} = \frac{4\pi}{10} \cdot \frac{nb}{a} \cdot \sigma \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1).$$

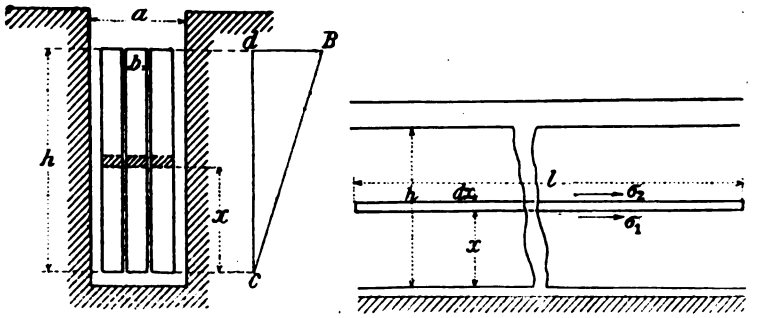


Abb. 1.

Denken wir uns nun die Leiterhöhe h in eine unendliche Zahl paralleler Schichten von der Dicke dx zerlegt, so bilden je zwei benachbarte Schichten zusammen eine geschlossene Schleife und da dieselbe von dem Streufelde durchsetzt ist, wird in derselben eine EMK

$$e = \frac{d\Phi}{dt} \cdot \frac{1}{10^8} = \frac{\partial B}{\partial t} \frac{l\,dx}{10^8} \text{ V} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

induziert.

Andererseits ist der Ohmsche Widerstand einer einzelnen Schicht

$$r = \frac{\rho}{10^4} \frac{l}{s},$$

s = Querschnitt in cm²;

somit der Ohmsche Spannungsabfall der ganzen Schleife

$$e = \frac{\varrho l}{10^4}\left(\frac{\sigma_2 s_2}{s_2} - \frac{\sigma_1 s_1}{s_1}\right) = \frac{\varrho l}{10^4}(\sigma_2 - \sigma_1) = \frac{\varrho l}{10^4} d\sigma \quad \ldots \quad 3).$$

Derselbe muß gleich der induzierten EMK e (Gleichung 2) sein, woraus man

$$\frac{\partial B}{\partial t} \cdot \frac{1}{10^4 \varrho} = \frac{\partial \sigma}{\partial x} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

erhält.

Differenziert man ferner Gleichung 1) noch einmal nach x und eliminiert man $\frac{\partial \sigma}{\partial x}$ mit Hilfe von Gleichung 4), so folgt

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} = \left(\frac{4\pi nb}{10^5 \varrho a}\right) \frac{\partial B}{\partial t} = k \frac{\partial B}{dt} \quad \ldots\ldots \quad 5).$$

Da wir es mit Wechselströmen zu tun haben, versuchen wir den Ansatz

$$B = \varepsilon^{\alpha x} \sin(\omega t + \beta x + \gamma) \quad \ldots\ldots \quad 6),$$

worin $\omega t = 2\pi f$ die Kreisfrequenz, und β und γ willkürliche Konstante bedeuten. Ausgerechnet ist dann

$$B = M \varepsilon^{\alpha x} \sin(\omega t + \alpha x + \gamma_1) + N \varepsilon^{-\alpha x} \sin(\omega t - \alpha x + \gamma_2) \quad 7),$$

wobei α den Wert

$$\alpha = \sqrt{\frac{k\omega}{2}} = 2\pi \sqrt{\frac{nbf}{10^5 a \rho}} = \text{rund } 0{\cdot}14 \sqrt{\frac{nbf}{a}} \quad 8)$$

hat und M, N, γ_1 und γ_2 neue Konstanten bedeuten. Dieselben ergeben sich aus der Überlegung, daß für irgendeinen Leiter der $m$ten Lage von unten gerechnet (Abb. 2) die Liniendichte an der untersten Schicht des betreffenden Leiters ($x = 0$)

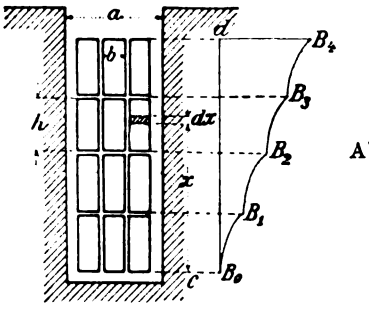


Abb. 2.

$$\underset{x=0}{B} = (m-1)\frac{4\pi}{10}\sqrt{2}\frac{Jn}{a}\sin\omega t = (m-1)\,C\sin\omega t,$$

und an der obersten Schicht ($x = h$)

$$\underset{x=h}{B} = m \cdot \frac{4\pi}{10}\sqrt{2}\frac{Jn}{a}\sin\omega t = m \cdot C \cdot \sin\omega t$$

sein muß, wenn C zur Abkürzung für $\frac{4\pi}{10}\sqrt{2}\frac{Jn}{a}$ steht. Führt man die Werte B in die Gleichung 7) ein und entwickelt dieselbe, so folgt, wenn man die Glieder nach $\sin\omega t$ und $\cos\omega t$ ordnet und $\alpha h = \delta$ setzt

$$\sin\omega t\,[(m-1)\,C - M\cos\gamma_1 - N\cos\gamma_2] = \cos\omega t\,[M\sin\gamma_1 - N\sin\gamma_2],$$

$$\sin\omega t\,[mC - M\varepsilon^{\delta}\cos(\gamma_1+\delta) - N\varepsilon^{-\delta}\cos(\gamma_2-\delta)] = \cos\omega t\,[M\varepsilon^{\delta}\sin(\gamma_1+\delta) + N\varepsilon^{-\delta}\sin(\gamma_2-\delta)].$$

Wir sehen aber sofort, daß diese Gleichungen nur bestehen können, wenn die Klammerausdrücke einzeln verschwinden. Dadurch ergeben sich vier weitere Gleichungen

$$M\cos\gamma_1 + N\cos\gamma_2 = (m-1)\,C \quad \ldots\ldots \quad 9),$$

$$M\sin\gamma_1 + N\sin\gamma_2 = 0 \quad \ldots\ldots \quad 10),$$

$$M\varepsilon^{\delta}\cos(\gamma_1+\delta) + N\varepsilon^{-\delta}\cos(\gamma_2-\delta) = mC \quad \ldots \quad 11),$$

$$M\varepsilon^{\delta}\sin(\gamma_1+\delta) + N\varepsilon^{-\delta}\sin(\gamma_2-\delta) = 0 \quad \ldots \quad 12),$$

aus denen sich allenfalls die Konstanten berechnen ließen. Da uns aber weniger die wirkliche Feldgestaltung als die durch die ungleiche Stromdichte hervorgerufene Vergrößerung der Jouleschen Verluste interessiert, so kommen wir schneller auf folgende Weise zum Ziele.

Es bedeute K das Verhältnis der Jouleschen Verluste bei Wechselstrom zu denjenigen bei Gleichstrom, oder mit anderen Worten das Verhältnis $\frac{\text{Wechselstromwiderstand}}{\text{Gleichstromwiderstand}}$, σ_g die Stromdichte bei Gleichstrom, σ_w die mittlere effektive Stromdichte bei Wechselstrom, so ist augenscheinlich

$$K = \left(\frac{\sigma_w}{\sigma_g}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 13).$$

Um σ_w zu bestimmen, berechnet man zuerst mit Hilfe von Gleichung 1) und 7) den Augenblickswert σ der Stromdichte im Abstande x zur Zeit t

$$\sigma = \frac{2\alpha J}{bC}\left[M\varepsilon^{\alpha x}\sin\left(\omega t + \alpha x + \gamma_1 + \frac{\pi}{4}\right) - N\varepsilon^{-\alpha x}\sin\left(\omega t - \alpha x + \gamma_2 + \frac{\pi}{4}\right)\right] \quad \ldots \quad 14).$$

Dieselbe setzt sich, wie man sieht, aus zwei harmonisch veränderlichen Wellen mit den Amplituden

$$\frac{2\alpha J}{bC} M\varepsilon^{\alpha x} \text{ und } \frac{2\alpha J}{bC} N\varepsilon^{-\alpha x}$$

zusammen, welche gegeneinander die Phasenverschiebung

$$\varphi = 2\alpha x + \gamma_1 - \gamma_2 + \pi \quad \ldots\ldots \quad 15)$$

besitzen.

Da der zeitliche Mittelwert (Effektivwert) jeder Welle gleich der Amplitude geteilt durch $\sqrt{2}$ ist, so hat man einfach die Effektivwerte derselben vektoriell zusammenzusetzen, woraus man als effektive Stromdichte σ_e der betrachteten Schicht

$$\sigma_e^2 = \left(\frac{2\alpha J}{bC}\right)^2\left[\frac{M^2\varepsilon^{2\alpha x}}{2} + \frac{N^2\varepsilon^{-2\alpha x}}{2} - MN\cos(2\alpha x + \gamma_1 - \gamma_2)\right] \quad \ldots \quad 16)$$

erhält.

*) Proc. Am. Inst. El. Eng. 1905, Seite 659.
**) E. u. M. 1912, Seite 221 ff.

Digitized by Google

Andererseits ist der mittlere Effektivwert aller Schichten zusammen

$$\sigma_w^2 = \frac{1}{h}\int_0^h \sigma_c^2\, dx \quad \ldots\ldots\ldots \quad 17),$$

oder ausgerechnet

$$\sigma_g^2 = \left(\frac{1}{bC}\right)^2 \frac{2\alpha}{h}\left[\frac{M^2\varepsilon^{2\delta}}{2} - \frac{M^2}{2} - \frac{N^2\varepsilon^{-2\delta}}{2} + \frac{N^2}{2} - \right.$$
$$\left. - MN\left(\sin(2\delta+\gamma_1-\gamma_2) - \sin(\gamma_1-\gamma_2)\right)\right] \quad \ldots \quad 18).$$

Dieser Ausdruck läßt sich noch etwas umformen.

Zunächst ist

$$\left(\frac{1}{bC}\right)^2 \frac{2\alpha}{h} = \left(\frac{1}{bh}\frac{1}{C}\right)^2 2\alpha h = \sigma_g^2 \cdot \frac{2\delta}{C^2},$$

ferner

$$\sin(2\delta+\gamma_1-\gamma_2) - (\sin(\gamma_1-\gamma_2) = 2\sin\delta\,.\cos(\delta+\gamma_1-\gamma_2).$$

Dividieren wir noch beide Seiten der Gleichung 18) durch $\sigma_g^2 \cdot \frac{2\delta}{C^2}$, so folgt

$$(M^2\varepsilon^{\delta} + N^2\varepsilon^{-\delta})\,\mathfrak{Sin}\,\delta - 2MN\sin\delta\,.\cos(\delta+\gamma_1-\gamma_2) = \left(\frac{\sigma_w}{\sigma_g}\right)^2 \frac{C^2}{2\delta} = K\frac{C^2}{2\delta} \quad \ldots \quad 19).$$

Eine weitere Beziehung entsteht, wenn man nach dem Vorschlage von Field die linken und rechten Seiten der Gleichungen 9) bis 12) addiert, nämlich

$$(M^2\varepsilon^{\delta} + N^2\varepsilon^{-\delta})\,\mathfrak{Cof}\,\delta + 2MN.\cos\delta.\cos(\delta+\gamma_1-\gamma_2) = \left(m^2 - m + \frac{1}{2}\right)C^2 \quad \ldots \quad 20).$$

Schließlich multiplizieren wir noch die Gleichungen 9) und 11) sowie 10) und 12) und addieren wiederum die linken und rechten Seiten. Das gibt

$$M^2\varepsilon^{\delta} + N^2\varepsilon^{-\delta})\cos\delta + 2MN\,\mathfrak{Cof}\,\delta.\cos(\delta+\gamma_1-\gamma_2) = (m^2-m)C^2 \quad \ldots \quad 21).$$

Gleichungen 19) bis 21) bilden zusammen ein System von drei Gleichungen mit den drei Unbekannten $(M^2\varepsilon^{\delta} + N^2\varepsilon^{-\delta})$, $\cos(\delta+\gamma_1-\gamma_2)$ und K, wovon uns nur die letzte interessiert, und zwar ist ausgerechnet

$$K = 2\delta\,\frac{-(m^2-m)(\mathfrak{Cof}\,\delta\,.\sin\delta + \mathfrak{Sin}\,\delta\,.\cos\delta) + \left(m^2-m-\frac{1}{2}\right)(\mathfrak{Cof}\,\delta\,\mathfrak{Sin}\,\delta + \sin\delta\,.\cos\delta)}{\mathfrak{Cof}^2\,.\,\delta - \cos^2\delta}$$

oder nach entsprechender Umformung

$$K = \delta\left(\frac{\mathfrak{Sin}\,2\delta + \sin 2\delta}{\mathfrak{Cof}\,2\delta - \cos 2\delta}\right) + 2\delta\left(\frac{\mathfrak{Sin}\,\delta - \sin\delta}{\mathfrak{Cof}\,\delta + \cos\delta}\right)(m^2-m) = \varphi(\delta) + (m^2-m)\,\psi(\delta) \quad \ldots \quad 22).$$

Es ist dies die zuerst von Field aufgestellte Formel in der von Emde vorgeschlagenen bequemeren Schreibweise.

Im zweiten Teile seiner Arbeit gibt sodann Fischer-Hinnen eine kurze Übersicht der wichtigsten, von den verschiedenen Verfassern aus dieser Formel gezogenen praktischen Schlüsse, die er zum Teil kritisch beleuchtet und wobei er im besonderen auf die Vorteile von Kabeln aufmerksam macht.

(Bulletin, Schweiz. E. V. Nr. 4, 1917.)

Stromverteilung.

Transformatorenverluste großer landwirtschaftlicher Überlandwerke. H. Roth weist darauf hin, daß bei großen landwirtschaftlichen Überlandwerken durch die Wahl einer hohen Hauptspannung von 30 000 bis 50 000 V und einer Zwischenspannung von 6000 bis 20 000 V die Anlagekosten geringer sind, als bei einmaliger Transformation. Dies wird auf folgende Weise begründet:

1. Die Leistung der Transformatoren in der Zwischenstation kann kleiner, höchstens bis 50%, gewählt werden, als die Summe der Leistungen der von ihr versorgten Transformatorstationen; die durch die Zwischentransformatoren hinzukommenden Verluste machen daher nur 50% der sonst vorhandenen aus.

2. Die Transformatorenleistung der Zwischenstation kann auf mehrere kleinere Einheiten verteilt werden, die je nach Bedarf eingeschaltet werden. Auf diese Weise können die Leerlaufverluste, wie an einem Beispiel gezeigt wird, auf die Hälfte herabgedrückt werden.

3. Große Transformatoren haben geringere Eisenverluste, wie kleine. Von 15 bis 20 W pro kVA-Leistung bei Transformatoren bis 10 kW der Siemens-Schuckert-Werke sinken die Eisenverluste rasch auf 6 bis 10 W pro kVA bei 70 kVA-Transformatoren. Die Größe der Transformatoreneinheiten in der Zwischenstation hängt von der Zahl derselben und diese wieder wird von der Größe der Mittelspannung bestimmt; letztere ändert sich erfahrungsgemäß mit der $^2/_3$ Potenz des Durchmessers der versorgten Fläche. Nimmt man an, daß bei 20 000 V Mittelspannung zwei Zwischenstationen mit je 3000 kVA Anschlußwert zu errichten und in jeder drei Transformatoren zu je 1000 kVA aufzustellen sind und vergleicht man die Eisenverluste in diesen großen Transformatoren mit den Verlusten in den kleinen, im Mittel nur 25 kVA leistenden Transformatoren landwirtschaftlicher Überlandzentralen mit einmaliger Transformation, so ergibt sich der Eisenverlust bei den großen mit 30·7% des Verlustes bei den kleinen Transformatoren.

4. Die Leerlaufsverluste der Transformatoren sind bei gleicher Leistung um so kleiner, je kleiner die Primärspannung ist. Die einzelnen Transformatoren in den Unterstationen werden also geringere Leerlaufsverluste geben, wenn sie an eine niedrigere Mittelspannung angeschlossen sind. Für einen 25 kVA-Transformator sinkt der Eisenverlust von 14 W bei 20 000 V auf 9·5 W bei 6000 V Primärspannung, sinkt also bei niedriger Spannung um 32·1%.

Zu berücksichtigen ist aber, daß in den Zwischentransformatoren zusätzliche Verluste durch Kupfererwärmung auftreten. Nach einer angestellten Berechnung betragen diese 11% des anfänglichen Eisenverlustes.

Unter Bedachtnahme auf die vorangeführten Umstände ergibt sich, daß die gesammten Transformatorverluste bei einem Netz mit Ober- und Mittelspannung und gleichzeitiger Erniedrigung der Mittelspannung sich gegenüber den Verlusten mit einmaliger Transformation nicht viel ändern. Wenn die Mittelspannung 10 000 V beträgt, so sind die Verluste um 2·4% größer, beträgt sie 6000 V, so sind sie sogar um 4·3% kleiner als bei einmaliger Transformation.

(E. T. Z. 38. Heft 42. 1917.)

Elektrische Beleuchtung.

Über eine neue Quarzlampe berichtet M. Wolfke, Zürich. Die neue Lampe besitzt im Gegensatz zu den bekannten mit schwach geneigtem, horizontalem Leuchtrohr ein kreisförmig ausgebildetes vertikales Leuchtrohr, was für die meist vertikalen Spalte der optischen Versuche bequemer ist. Ferner ist an Stelle der unveränderlichen Metallrippenkühlung der bekannten Lampen die Anordnung getroffen, daß die ineinander eingeschmolzenen Elektrodengefäße in ein kleines Metallgehäuse eintauchen, das von Kühlwasser durchströmt wird. Je nach der Kühlung brennt die Lampe mit 2 bis 10 A bezw. mit 25 bis 250 V. Die maximale Kerzenstärke beträgt 5000 HK. Das Ineinanderschmelzen der Elektrodengefäße bewirkt durch vollständigen Wärmeaustausch zwischen Anode und Kathode ein automatisches Niveauregulieren, so daß die unsicher wirkende Quarzkapillare oder der gleichwertige Konus an der Kathode vermieden wird.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. 19, 239, 1917.)

Drahtlose Telegraphie.

Quantitative Versuche mit dem Audion. L. W. Austin hat messende Versuche über das Gesetz des Ansprechens des Audions angestellt, und zwar in der alten Audionschaltung, bei der es als gewöhnlicher Detektor wirkt, oder in der Ultraaudionschaltung, bei der im Audion örtliche Schwingungen erzeugt werden, die mit den einlangenden Schwebungswellen ergeben*). Bei den Versuchen wurden durch einen Wellenlängenmesser entweder mittels Summer gedämpfte oder mittels des schwingenden Audions ungedämpfte Wellen erzeugt und ihre Stärke durch ein Thermoelement gemessen. Um die Stärke des im Audion mit dem Empfangstelephon fließenden Stromes mit einem Galvanometer messen zu können, wurde zwischen beide ein gewöhnlicher Telephonumformer eingeschaltet, die Primäre desselben mit dem Telephon in Reihe gelegt, und an die Sekundäre ein Siliziumdetektor mit dem Galvanometer angeschlossen. Die das Telephon beeinflußenden Ströme rufen in der Sekundären des Telephonumformers Wechselströme hervor, die durch den Detektor gleichgerichtet und im Galvanometer gemessen werden. Die Ausschläge in letzterem sind bekanntlich dem Quadrat der Wechselstromstärke im Siliziumdetektor und mithin dem Quadrat der Telephonimpulse im Hauptkreis proportional. Es ergab sich, daß bei der alten Audionschaltung das Ansprechen (die Telephonstöße) proportional dem Quadrat der empfangenen Hochfrequenzströme ist, bei der schwingenden Ultraaudionschaltung hingegen das Ansprechen direkt der empfangenen Hochfrequenzstromstärke (nicht ihrem Quadrat) proportional ist. Weitere Versuche galten Hörbarkeitsmessungen, die — wie bei Verwendung eines gewöhnlichen Detektors — mit dem durch einstellbare Widerstände kurzgeschlossenen Telephon vorgenommen wurden; die Genauigkeit dieser Hörbarkeitsmessung konnte mit 20% festgestellt werden. War bei der alten Audionschaltung die Hörbarkeit 1, so konnte mit der schwingenden Ultraaudionschaltung die 300 bis 1000 fache Hörbarkeit erzielt werden. Das alte Audion ergab sich als 1·7 mal so empfindlich als elektrolytische Detektoren. Weitere Versuche galten der Feststellung über die geringste zur Erzeugung eines Signales im schwin-

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 206.

Digitized by Google

genden Audion notwendige Energiemenge; bei 1000 Per/s und einem Telephon mit 20 000 Ohm ergab sich die Energie mit $1{\cdot}2.10^{-15}$ W. Diese „absolute Empfindlichkeit" ist etwa 10^6 mal so groß als beim elektrolytischen Detektor und 7.10^5 mal so groß als beim alten Audion für Summersignale.

(Jahrbuch drahtl. Teleg. Bd. 12, Heft 3, 1917.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

(Fortsetzung von Heft 4, Seite 48.)

Ladevorrichtungen und -Verfahren, insbesondere für Dieselmaschinen.

Um das hohe Gewicht der Dieselmaschine herabzumindern, müßte die Umdrehungszahl erhöht werden. Dadurch vermindert sich aber die für jeden Kraftthub erforderliche Brennstoffmenge, die dann durch die kleine Brennstoffpumpe schwer abgemessen und geregelt werden kann. Oscar Mahler in Wien verwendet daher überhaupt keine Brennstoffpumpe zur Einspritzung des Brennstoffes, es wird vielmehr der Brennstoff nur durch den auf seiner Oberfläche im Behälter lastenden Druck in den Verbrennungsraum zugeführt und dieser Druck entsprechend der sich ändernden Belastung geregelt. Das Einspritzventil behält bei allen Belastungen der Maschine gleichen Hub und gleichen Öffnungsquerschnitt, je größer aber der oben genannte Druck ist, umso größer ist die eingespritzte Brennstoffmenge. Ein Druckluftbehälter wird durch einen Verdichter stets auf höherem als dem höchsten Verdichtungsdruck im Verbrennungsraum gehalten. In der Leitung von diesem Behälter zum Brennstoffbehälter ist ein einstellbares Druckminderventil eingeschaltet, das den Druck auf den Brennstoffspiegel und dadurch die Menge des einzuspritzenden Brennstoffes regelt.

(Ö. P. Nr. 72 356.)

Der Zerstäuber im Brennstoffeinblaseventil setzt dem Durchgang des Brennstoffes einen ziemlichen Widerstand entgegen. Wird der Brennstoffverbrauch bei sinkender Belastung verringert, so ist die Brennstoffdüse vom vorhergehenden Spiel von Brennstoff vollständig leer geblasen und die neue geringe Brennstoffmenge gelangt in der kürzer zur Verfügung stehenden Zeit nicht bis zum Sitz des Einspritzventils, so daß bei dessen Öffnung zunächst kalte Luft allein in den Verbrennungsraum gelangt und zu Fehlzündungen Anlaß gibt. Clemens Pasel in Essen (Ruhr) sucht dies dadurch zu verhindern, daß er während des Betriebes den gesamten Durchgangswiderstand des Zerstäubers durch Lagenänderung seiner Teile den verschiedenen Belastungen entsprechend ändert. Bei kleiner Belastung und geringem Brennstoffverbrauch werden zum Beispiel die Zerstäuberplatten derart gegeneinander verstellt, daß die Durchbrechungen der Platten übereinander zu liegen kommen und dem durchtretenden Brennstoff daher geringen Widerstand entgegen setzen. Bei hoher Belastung und großer Brennstoffmenge hingegen werden durch Verstellung einzelner Platten die Durchbrechungen gegeneinander versetzt, um dem Hindurchströmen des Brennstoffes größeren Widerstand entgegen zu setzen. D. R. P. Nr. 296 999.

Wenn beim Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen der Druck der Einblaseluft unter den Endverdichtungsdruck im Arbeitszylinder sinkt, so wird der von der Brennstoffpumpe der Düse zugeführte Brennstoff nicht in den Arbeitszylinder, sondern in die Einblaseluftleitung gedrückt. Das sich hiebei bildende brennbare Gemisch kann durch Explosion für die Maschine und deren Bedienung sehr gefährlich werden. Wird in die Einblaseluftleitung ein Rückschlagventil eingebaut, so kann dadurch zwar der Druckluftbehälter, nicht aber die übrigen Teile vor der Zerstörung geschützt werden. Die Fried. Krupp Aktiengesellschaft Germaniawerft in Kiel-Gaarden verwendet daher eine Vorrichtung, die beim Sinken des Druckes der Einblaseluft die Brennstoffzuführung vollständig absperrt. Zu diesem Zwecke ist ein Kolben K (Abb. 8) vorgesehen, auf dessen eine Seite die Einblaseluft durch die Leitung F^1, auf dessen andere Seite der Verdichtungsdruck des Arbeitszylinders durch die Leitung N wirkt. Bei genügend hohem Einblasedruck steht dieser Kolben rechts und hält den Hahn H in der Saugleitung D^1 der Brennstoffpumpe C offen. Sinkt der Druck der Einblaseluft unter das zulässige Maß, so wird der Kolben K selbsttätig nach links gedrückt und schließt den Hahn H, so daß jede Brennstoffförderung unterbrochen ist. Da kein Brennstoff in die Düse gelangt, kann auch keiner in die Einblaseleitung gedrückt werden und zu gefährlichen Explosionen Anlaß geben. Ö. P. Nr. 71 264.

Haselwandermaschinen mit Verdränger erzeugen die zur Einführung und Zerstäubung erforderliche Einblaseluft dadurch, daß im Hubende des Arbeitskolbens ein Teil der verdichteten Luft des Verbrennungsraumes abgeschnürt und höher verdichtet wird als der übrige Teil, worauf er durch Übertrittskanäle in den Verbrennungsraum gelangt, den Brennstoff mit sich reißend. Bei tangential angeordneter Brennstoffdüse steht der im Hubende in den Verbrennungsraum hineinragende Ablenker für die Spülluft am Kolbenboden der beabsichtigten kreisenden Bewegung des eingeblasenen Brennstoffes im Wege, so daß keine gleichmäßige Verteilung des Brennstoffes in der Verbrennungsluft stattfindet. Die Rastatter Hofherdfabrik Stierlin & Vetter in Rastatt verkürzt daher diesen Ablenker, so daß er an seinen beiden Enden nicht bis an die Zylinderwandung heranreicht, sondern für den kreisenden Brennstoffstrahl zwei Durchgänge frei läßt.

D. R. P. Nr. 294 884.

Bei derartigen Maschinen mit Verdrängerkolben hat sich gezeigt, daß bei geringer Belastung ein kurzes, scharfes Stoßen auftritt, wogegen bei höherer Belastung, etwa über $^1/_4$ Last, ein durchaus ruhiger Gang der Maschine stattfindet. Diagramme ließen nun deutlich erkennen, daß bei geringer Belastung die bei diesen Maschinen durch die Verdichtungswärme herbeigeführte Selbstzündung erst im oder nach Hubwechsel verspätet einsetzt, so daß plötzliche, kräftige Verpuffungen erfolgen. Die vorgenannte Firma vermeidet dies dadurch, daß sie von dem Verdrängerraum, in dem die abgeschnürte Verbrennungsluft auf den Einblasedruck verdichtet wird, außer dem zur Brennstoffdüse führenden Kanal einen zweiten Kanal abzweigt, der gleichfalls in den Verbrennungsraum mündet, jedoch nicht über die Brennstoffdüse führt. In diesem Kanal ist ein Drosselorgan vorgesehen, das bei zunehmender Belastung mehr geschlossen, bei abnehmender Belastung mehr geöffnet wird und so die Menge der durch die Brennstoffdüse streichenden Luft ändert.

D. R. P. Nr. 293 513.

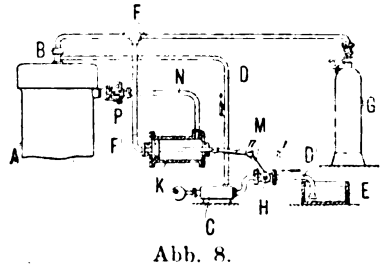


Abb. 8.

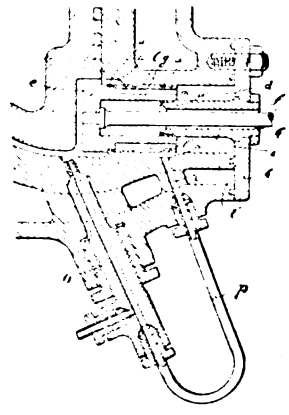


Abb. 9.

Otto Robert Percival Berglund in Stockholm entnimmt auch einen Teil der verdichteten Luft aus dem Arbeitszylinder zur Erzeugung der höher verdichteten Einblaseluft, bewerkstelligt die Verdichtung aber in einem seitlichen Hilfszylinder. Der Differentialkolben e (Abb. 9) verbleibt während des Verdichtungshubes des Arbeitskolbens b in der gezeichneten Stellung. Verdichtete Luft strömt aus dem Arbeitszylinder durch Kanäle n, l in den Raum d des Hilfszylinders. Hat der Arbeitskolben den Verdichtungshub fast vollendet, ist somit im Verbrennungsraum und Hilfszylinder der bei Dieselmaschinen übliche Verdichtungsdruck erreicht, so wird der Hilfskolben e in seinen Zylinder hineinbewegt, wodurch die Verbindung beider Zylinder durch den Kanal l aufgehoben wird. Die Luft in d wird weiter verdichtet, bis der Kanal l^1 im Kolben e mit dem Kanal r sich deckt und die hochverdichtete Einblaseluft durch Rohr p in die Brennstoffdüse o gelangt. Der Hohlraum q des Hilfskolbens steht zwecks Kühlung durch Kanal k mit der Außenluft in Verbindung, die bei der Hin- und Herbewegung des Kolbens eingesaugt und wieder ausgestoßen wird. D. R. P. Nr. 290 666.

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

An unsere Mitglieder!

Wegen der vielfach erhöhten Herstellungskosten der Vereinszeitschrift ersuchen wir, zur Vermeidung weiterer unnötiger Spesen den vollen Jahresbeitrag — soweit es noch nicht geschehen ist — ehestens einzusenden.

Wir verweisen auf den dem Hefte 7 beigefügten roten Zettel und bemerken, daß die Jahreskarte für das laufende Jahr erst nach Einzahlung des vollen Mitgliedsbeitrages ausgestellt werden kann.

Wir rechnen auf volle Unterstützung unserer Mitglieder.

Die Vereinsleitung.

Vorträge.

Elektrotechnischer Verein in Wien und Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Mittwoch den 6. März 1918, **halb 7 Uhr abends:** Im Festsaale des niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 11. Vortrag des Herrn Ingenieur Ladislaus v. Verebely über: „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien" (mit Lichtbildern).

Mittwoch den 13. März 1918, **halb 7 Uhr abends:** Im kleinen Saale des Industriehauses, III, Schwarzenbergplatz. Vortrag des Herrn Ministerialrates Ing. Gustav Seeliger über: „Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters".

Personalnachricht.

Herr Oberbaurat Ing. Eduard Scheichl (k. k. Eisenbahnministerium) wurde zum Ministerialrat ernannt.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
3. März 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 9.
36. Jahrgang.

INHALT:

Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung. Von Ing. Friedrich Brock . . 101
Elektrischer oder mechanischer Transport der Energie Von Karl Loos (Schluß) . . 105
Rundschau 107
Chronik 110
Literaturbericht 110
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 111
Vereinsnachrichten 112

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung.

Von Ing. **Friedrich Brock**, Wien*).

Aus der Programmrede des Ministerpräsidenten ist zu erkennen, daß in Zukunft dem Ausbau der Wasserkräfte und der Elektrizitätsversorgung besondere Förderung zuteil werden soll und dem Wort folgte rasch als erste Tat die Schaffung einer eigenen Stelle im Arbeitsministerium, die sich mit den in dieses Gebiet hineingehörenden Fragen zu befassen haben wird. Von dieser Stelle erwarten wir als erste Tat das Wort, das Wort des Gesetzes, und zwar nicht des einengenden, sondern des befreienden**).

Die gesetzlich gesicherte wirtschaftliche Fortleitungsmöglichkeit der aus den Wasserkräften gewonnenen Energie wird in einem Elektrizitäts-Wegerechtsgesetz, das ein Elektrizitätsförderungsgesetz werden möge, festgelegt werden. Damit fällt ein bedeutendes Hemmnis und das zweite, sehnlichst erwartete Gesetz bezieht sich auf die einheitliche moderne Regelung der Wasserkraftnutzung unter besonderer Berücksichtigung des Wunsches nach einem wesentlich vereinfachten Konzessionsverfahren.

Diese zweite befreiende Tat wird länger auf sich warten lassen. Das einfachste und zweckmäßigste wäre die Schaffung eines Reichswasserrechtsgesetzes in neuzeitlichem Gewande.

Ich erinnere an die Tatsache, daß das aus dem Jahre 1869 stammende Wassergesetz als Reichsgesetz erlassen worden war. Im Jahre 1911 wurde die Wasserrechtsnovelle eingebracht, aber entsprechend dem Gesetz vom 26. Jänner 1907, betreffend die Abänderung des Staatsgrundgesetzes über die Reichsvertretung, wonach das Wasserrecht den Landtagen vorbehalten bleibt, wurde das Gesetz nicht als Reichswassergesetz eingebracht, sondern in den 17 Landtagen zur Vorlage gebracht, von denen es nur 6 genehmigt haben, da die politischen- und Kriegsereignisse die Tätigkeit der Landtage ausschaltete. Wie lange dieser Zustand noch dauern wird, ist nicht vorauszusehen. Ein Reichswassergesetz auf Grundlage des 1911 novellierten wäre die befreiende Tat, die dieser Situation mit einem Schlage ein Ende machen könnte. Sind die verfassungsmäßigen Schwierigkeiten, die durch das vorerwähnte Gesetz vom 26. Jänner 1907 geschaffen wurden, nicht überwindbar, dann sollte wenigstens alles, was sich auf die Wasserkraftnutzung bezieht, aus dem Wasserrechtsgesetz ausgeschieden werden und für diesen Teil ein besonderes Reichswasserkraftgesetz erlassen werden, alles hingegen, was sich auf Bewässerung, Entwässerung, Abfallwässer usw. bezieht, bliebe der Landesgesetzgebung vorbehalten. Schließlich könnte auch im Zusammenhang mit dem neuen Elektrizitätsgesetz die Wasserkraftnutzung legislativ behandelt werden, indem selbe in diesem Elektrizitätsgesetz Aufnahme findet.

Was auf jeden Fall besonders klar zu umschreiben wäre, ist das Recht der Enteignung für jene Grundstücke, welche für die Erbauung der Zentralen in Betracht kommen; außerdem muß das bisherige Verfahren bei der Konzessionswerbung wesentlich abgekürzt werden*).

Die Schaffung dieser befreienden Gesetze für die Elektrizitätswirtschaft und für die Wasserkraftnutzung ist also die Grundlage für den weiteren Aufbau.

Es drängt sich die Frage auf, warum denn bei uns diese Rückständigkeit in der Wasserkraftnutzung eigentlich vorhanden ist. Der tiefere Grund ist nicht der Instanzenweg des Konzessionsverfahrens oder, wie es so oft heißt, das Eisenbahnministerium mit seinen Auflagen, wenngleich diese Hemmnisse gewiß besser unterblieben, der Grund ist in erster Linie der, daß wir nur wirtschaftlich, nicht aber volkswirtschaftlich dachten.

Die hochentwickelte Kessel- und besonders Dampfturbinentechnik hat es mit sich gebracht, daß die Einheit der installierten kW-Leistung für Großwerke mit rund K 250 hergestellt werden konnte, während gleichzeitig der Kohlenverbrauch in solchen Werken pro kWh auf 2 Heller herabsank, so daß unter der Annahme einer 3000 stündigen Ausnutzung der Anlage und einer aus den festen Auslagen resultierenden jährlichen Quote von 15% des Anlagekapitales, das sind K 37·50, auf die kWh 1·25 Heller entfiel und diese somit zuzüglich der Betriebsmittelausgaben bei dieser Ausnutzung am Schaltbrett rund 3·5 Heller kostete, also für 3000 Stunden K 105.

Wenn für eine Wasserkraft die jährlichen Ausgaben mit nur 10% — gegenüber 15% bei kalorischen, wie oben — angesetzt werden, so dürfte also das kW K 1050 kosten, um bei jährlich 3000 stündiger Benutzung mit Dampf wirtschaftlich gleichwertig zu sein, das heißt die installierte PS rund K 700. Nun stellt sich aber der Preis für 1 PS im groben Durchschnitt bei neunmonatlichem Mittelwasser auf rund K 1000, so daß also die Wirtschaftlichkeit der kalorischen Anlage größer war und die vorerwähnten 3·5 Heller an Erzeugungskosten pro kWh dürften bis auf 5 Heller anwachsen, um bei 3000 Benutzungsstunden wirtschaftlich das Gleichgewicht herzustellen. Dazu kommt, daß das aufzuwendende Kapital bei dem Wasserbau nicht nur wesentlich größer ist — beträgt es doch das Drei- bis Vierfache des für Dampfanlagen Nötigen —, sondern der wasserbauliche Teil der Anlage für die gesamte Leistung auf einmal investiert werden muß, daß eine Benutzungsdauer des Maximums von

*) Vortrag, gehalten am 3. Jänner 1917 im Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein in der Diskussionsversammlung zum gleichnamigen Vortrag von Direktor Ing. J. Rosshaendler, siehe E. u. M. 1917, Seite 585.

**) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 486, 595; 1918, Heft 6, Seite 69.

*) Vorerwähntes habe ich in der letzten Vollversammlung des Wasserwirtschaftsverbandes zum Gegenstand eines Antrages gemacht und der Wasserwirtschaftsverband bereitet demzufolge eine entsprechende Eingabe an die Regierung vor, von der wir uns nach einer der drei angedeuteten Richtungen diesmal auch Erfolg versprechen.

Digitized by Google

3000 h im allgemeinen nicht erreicht wird und mit sinkender Ausnutzung die Wirtschaftlichkeit sich weiter zu Ungunsten der Wasseranlage verschiebt; besonders zu betonen ist ferner, daß kalorisch am Verbrauchsort die elektrische Energie erzeugt wird, während bei Wasserkraft die elektrische Energie meist weitergeleitet werden muß, also neue Kapitalsbelastung mit sich bringt. Besondere Fälle einer erhöhten Ausnutzung, wie sie einzelne Industrien und besonders die elektrochemischen aufweisen, seien ausgeschaltet, ebenso Wasserkraftanlagen, die infolge besonders günstiger Lage mit geringeren Kapitalskosten belastet sind, da ja hier nur das durchschnittliche allgemeine Bild festgehalten werden soll.

Wenn Italien und Frankreich, speziell ersteres Land, soviel mehr an Wasserkräften installiert hat, so erklärt sich dies aus dem Umstande, daß dieses an Kohle so arme Land einerseits teuere Kohle hat, andererseits aber die am steileren Südabhang der Alpen liegenden gefällsreicheren, daher billigeren Wasserkräfte ihm zur Verfügung stehen. Diesem Zustande bei uns — daß man die Wasserkräfte nicht mehr heranzog —, der aus unserem Kohlenreichtum und den relativ teuer auszubauenden Wasserkräften entspringt, wird der Krieg ein Ende bereitet haben.

Der Preis für die kalorischen Anlagen hat reichlich das 2·5fache gegenüber Friedenszeiten erreicht, die Kohle kostet gegenwärtig rund K 40 pro t, so daß der kWh-Preis im Großkraftwerk erzeugt, bei gleicher Rechnung wie früher und bei 3000 h-Ausnutzung sich auf rund 7·5 Heller stellt. Die fortgesetzt steigende Tendenz wird diesen Wert noch anwachsen lassen.

Die Wasserkräfte rückten also stark in den Vordergrund, aber die Preissteigerung der Baumaterialien und Löhne hat für die Wasserkraftanlagen von diesem Vorsprung manches wieder abgetragen und wenn ich persönlich auch der Ansicht bin, daß die Kohlenpreise durch die Tarifsteigerungen, Lohnerhöhungen — bei dem Umstande, daß rund 50% des Kohlenpreises durch Löhne bedingt sind — usw. auch in Friedenszeiten dauernd wesentlich über den seinerzeit in Geltung gewesenen Preisen bleiben werden und damit der Wasserkraft die größere Wirtschaftlichkeit gewahrt bliebe, ist doch die Möglichkeit vorhanden, daß diese Wirtschaftlichkeit nicht voll genügt, da die bereits erwähnten Umstände, wie große Kapitalsanlage, und zwar für den gesamten Ausbau und Kosten der Fernleitung, als solche Belastung empfunden werden können, daß wieder zur kalorischen Anlage der Weg gefunden wird.

Volkswirtschaftlich wäre dies sehr zu bedauern. Wir zahlen an Deutschland rund 250 Mill. Kronen für Steinkohle und nicht nur diese Einfuhr sollte verschwinden, sondern wir sollten außerdem unsere Kohle nach dem Balkan exportieren und dazu kann die aus unseren Wasserkräften erzeugte Elektrizität viel helfen. Unsere Kohlenschätze sind begrenzt und wir zehren Kapital auf, wo wir im Wasser gleichsam eine ewige Rente haben. Der Staat muß also den für die Volkswirtschaft unter allen Umständen nötigen Ausbau dringendst fördern. Für den Einzelnen wird die Wassernutzung immer nur das wirtschaftliche Problem bilden und wenn diese Wirtschaftlichkeit unter der der kalorischen Krafterzeugung liegt, greift der Einzelne zu letzterer. Der Staat kann aber die so großen volkswirtschaftlichen Interessen, die er an der Wasserkraftnutzung hat, darin zum Ausdruck bringen, daß er dem Erbauer Vorteile zubilligt, die diesen auf alle Fälle wirtschaftlicher stellen, als wenn er kalorisch arbeitet. Dies kann wirksamst in einer entsprechenden Handhabung der Besteuerung liegen, aber auch Zinsengarantien oder Subventionen gehören hieher; die notwendigen großen Kapitalien für den Ausbau der großen Wasserkräfte werden bei solcher Unterstützung dann auch innerhalb und außerhalb unseres Landes zu finden sein und ausländische Zahlungsmittel von mehreren 100 Mill. wären für die Retablierung unserer Valuta gewiß hochwillkommen.

Die fördernde Stellungnahme des Staates wird in diesem Belang besonders empfunden werden. Die Unternehmungen werden im Laufe der Jahre erstarken und dann kann der Finanzminister vom kräftig ausgewachsenen Baum die Früchte schütteln und nachholen, was er, um das Ganze zu fördern, dem einzelnen überließ, um diesen zu veranlassen, im Rahmen des Ganzen nützlich sich zu betätigen. Der größte Teil der elektrischen Energie wird ja selbst wieder produzierend wirken und wird diese Betriebskraft oder, wenn ich von elektrochemischen Vorgängen spreche, dieser Betriebsstoff möglichst billig hergestellt, so wird das hiedurch gewonnene Produkt eben auch verbilligt und damit seine Absatzmöglichkeit gehoben; wir wissen, daß wir eine gewaltige Intensivierung unserer Produktion nötig haben, um die Kriegswunden zu heilen! Die Besteuerung des Produktes wird erfolgen müssen, ob die elektrische Energie, die zu seiner Entstehung beitrug, kalorisch oder hydraulisch erzeugt wurde, aber der größere Absatz des Produktes und damit die erhöhte Steuer werden bei billig erzeugter und abgegebener Elektrizität wahrscheinlicher und so kommt der Staat schließlich wieder auf seine Rechnung trotz der eingeräumten Steuervorteile und dies neben der übrigen bereits angeführten volkswirtschaftlichen Vorteile, die der Ausbau der Wasserkräfte mit sich bringt.

Zu begrüßen wäre es auch, wenn der Staat nach dem Muster Bayerns (Walchensee)*) oder Badens (Murgkraftwerk)**) sich direkt an der Errichtung des einen oder anderen großen Kraftwerkes beteiligt, am zweckmäßigsten wohl in gemischt-wirtschaftlicher Form. Auch jede sonstige Förderung wird zu begrüßen und nach der Programmrede des Ministerpräsidenten auch zu erwarten sein. Förderung also auf der ganzen Linie, um das Ziel, den Ausbau der Wasserkräfte, zu erreichen, dies ist die Losung. Die wirksamste Förderung wird die von mir vorhin angedeutete bleiben — und in diesem Sinne hat das vielleicht entscheidende Wort in dieser Frage der Finanzminister; darüber hinauszugehen erscheint mir vorläufig nicht Aufgabe des Staates. Diese Ansicht möchte ich erweitern auch auf die Elektrizitätswirtschaft.

Jeder der einzelnen Bundesstaaten Deutschlands hat zu dieser Frage Stellung genommen und nur Sachsen allein wird ein Monopol der Elektrizitätsversorgung aufweisen***). Über die verschiedenartige Auffassung in dieser Frage geben zahlreiche Veröffentlichungen Aufschluß und ich unterlasse es, hier darauf einzugehen, da ja niemand an ein Monopol denkt. Möge unsere Elektrizitätswirtschaft sich auch recht intensiv entwickeln auf freiester Grundlage, es wird doch viele, viele Jahre brauchen, bis wir dort stehen, wo Deutschland schon heute steht. Dort wird man inzwischen viele Erfahrungen gesammelt haben bezüglich der Form, wie sie dem Ganzen und dem Einzelnen am besten taugt und wir werden uns diese Erfahrungen dann zu Nutze machen können; diese Wartezeit wird nicht verloren sein.

Der Ruf nach einer allgemeinen Elektrizitätsversorgung ertönt wohl auch öfters bei uns. Es muß allerdings dafür gesorgt werden, daß die entstehenden Werke alle so erbaut werden, daß sie untereinander parallel arbeiten können, also die gleiche Periodenzahl aufweisen; auch in bezug auf Spannungen werden gemeinsame Bestimmungen

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 618.
**) Vgl. E. u. M. 1913. Seite 411; 1914, Seite 839; 1918, Heft 6, Anz., Seite 21.
***) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 139, 619.

Digitized by Google

zu machen sein*). Der Zustand, daß ein großes, die ganze Monarchie durchziehendes Netz von elektrischen Leitungen vorhanden sein wird, die ihre Energie aus Großkraftwerken beziehen, die miteinander elektrisch gekuppelt werden können, ist ein anzustrebender und alles vorzusehen, daß jedes entstehende Gebilde in dieses angestrebte endliche Gesamtbild hineinpaßt.

Aber damit gleich beginnen, ein Reichsnetz zu bauen und der natürlichen stetigen Entwicklung bedenklich vorauseilen, wäre verfehlt, denn es darf nicht übersehen werden, daß solche Leitungen gewaltige Summen verschlingen. Es kommen zu den Leitungen auch noch die Transformationskosten und ich will nur anführen, daß allein für die Hochspannungsleitungen und Transformatorenwerke für das Stromversorgungsprojekt Preußens nach Prof. Klingenberg der Betrag von 370 Mill. Mark angesetzt wurde**). Wir leben allerdings heute im Rausch der großen Ziffern, aber wir wollen trotzdem daran denken, daß das Geld nach dem Kriege eine noch dringendere Verwendung haben wird, als es der Bau von großen Reichskraftnetzen ist.

Es ist ein beliebtes Schlagwort, diese Leitungen mit den Bahnen zu vergleichen; der Vergleich ist aber nicht zulässig. Die Bahn hat praktisch das Monopol der Beförderung, denn wer von Wien nach Paris reisen will, wird das gewiß normalerweise nicht im Fiaker tun, wie es einmal ein Journalist tat oder gar im Schiebkarren, wie dies zur Austragung einer Wette geschah. Die Bahn also muß benutzt werden; dies gilt im gleichen Maße für die Beförderung von Waren. Anders die elektrische Leitung: Der Industrielle, der an der Strecke liegt, ist auf den Bezug der Elektrizität, die in dieser Leitung herbeigeführt ist, durchaus nicht angewiesen; er kann sich die Elektrizität selbst herstellen, tritt also in förmlichen Wettbewerb und da er bei seiner Eigenanlage für Leitungsnetze nichts anzusetzen hat, so darf seine Eigenanlage, auf die Einheit bezogen, auch teuerer werden, wie sie es auch wird, da ja die Maschineneinheiten kleinere sind, als die des Großkraftwerkes usw. Moderne, beim Bau solcher Leitungen bereits bestehend vorgefundene Einzelanlagen sind auch bekanntlich oft nur mit besonderen Begünstigungen zu aquirieren, leichter natürlich schon Betriebe, die die Investition der Eigenanlage erst vornehmen wollen. Die Wirtschaftlichkeit solcher Leitungen, besonders wenn sie durch industriell schwache Gebiete führen, steht in großer Frage. Befindet sich der Staat in der Notwendigkeit, solche Anlagen, wenn er sie einmal gemacht hätte, zu verzinsen, dann könnte es wirklich eintreten, wie Direktor Rosshaendler verlangt, daß der Anschlußzwang ausgesprochen wird, wogegen sich die Industrie wohl mit Recht gewaltig stemmen würde. Dem Versprechen, daß bei Anschlußzwang diese Industrien durch entsprechende Tarife nicht schlechter gestellt sein werden als bei Eigenerzeugung, wird mit berechtigtem Mißtrauen begegnet werden; wer mit der Tarifbildung vertraut ist, wird wissen, daß in den Preisen Ansätze diskutabler Natur stecken und der Industrielle wird diese Ansätze nach seinen Wirtschaftsansichten aufstellen, die nicht die des Staates oder des Landes zu sein brauchen und wenn der Zwang einmal ausgesprochen wäre, ist es von vornherein einleuchtend, welche Ansichten im Streitfalle durchdringen würden. Dies wäre der erste Schritt zu einem Monopol, aber einem Monopol der Art, daß, wo für die Ware Bedarf ist, sie genommen werden muß, ohne daß sie aber überall vorhanden wäre, wo Bedarf ist. Sachsen hat, wie erwähnt, ein Monopol, der Elektrizitätserzeugung und des Elektrizitätsverkaufes durch den Staat ausgesprochen, überläßt aber dennoch die Elektrizitätserzeugung für Eigenbedarf dem Belieben des Einzelnen. In keinem der deutschen Bundesstaaten also, auch dort, wo der Staat an der Erzeugung und auch Fortleitung teilnimmt, ist der Gedanke des Zwangsanschlusses bisher ausgesprochen worden; die deutsche Industrie würde die Antwort auf einen solchen Vorschlag nicht lange schuldig bleiben*).

Wenn der Staat ausgiebige Begünstigungen, von denen ich früher gesprochen habe, gewähren wird und die gesetzlichen Grundlagen für einen gedeihlichen Bau der Werke und ihrer Leitungen gegeben sein werden, dann werden sich von selbst große Unternehmungen bilden, sei es mit oder ohne besondere kapitalistische Staatshilfe, die billige elektrische Energie aus Wasserwerken abgeben können und sie werden mit ihren Netzen jene Reichweite erreichen, die eben durch die Wirtschaftlichkeit begrenzt ist.

Dieses Thema kann durch das Gesagte, natürlich nicht annähernd ausgeschöpft werden und meine Worte sollen nur einen weiteren aufklärenden Beitrag zum Gegenstand bilden.

Ich komme zum zweiten Teil meiner Ausführungen, die im speziellen die Donaukraftprojekte berühren:

Es wurden von den für den Bau von Großkraftwerken in Betracht kommenden Flüssen die Donau, die Enns und die Drau bezeichnet und die Anlagen an der Drau zum Gegenstand eingehender Besprechung gemacht. Herr Professor Baurat Dr. Ing. Söliner hat einen Vortrag angekündigt, in dem er über die Donauprojekte sprechen will, so daß ich mich für heute auf einige kurze Mitteilungen beschränken kann, um so mehr, als Herr Professor Oberbaurat Halter zur Frage der Schiffahrt bereits Stellung genommen hat.

Ich erinnere daran, daß sich ein Studiensyndikat seit nunmehr sieben Jahren in dankenswertester Pionierarbeit mit dem Studium der Nutzbarmachung der Donauwasserkräfte beschäftigt. Von den drei Stufen Aschach, Wallsee und Wien, die zusammen eine Kapazität von rund 2000 Mill. kWh haben, ist das Projekt Wallsee von der Firma Locher & Co. zu einem baureifen ausgestaltet worden und wird, nachdem die Zentralbehörden sich bereits darüber ausgesprochen haben, daß in der gegenwärtigen Fassung desselben vom Standpunkte der öffentlichen Interessen nichts mehr dagegen einzuwenden ist, Ende Februar zur wasserrechtlichen Verhandlung kommen**).

Es wurde auf die Beeinflussung der Schiffahrtsinteressen in der Donau durch diese Projekte und auf die internationalen Schiffahrtsakte hingewiesen. Diese internationalen Schiffahrtsakte stammen aus dem Jahre 1858 und wie manches Gesetz durch die Zeitläufte zur Novellierung gedrängt wurde, so würde, wenn der Schiffahrt mehr geschieht, als wirklich der Fall ist, die volkswirtschaftliche Notwendigkeit vorliegen, dagegen Stellung zu nehmen. Die Behörden haben aber dafür reichlich gesorgt, daß das Projekt den Schiffahrtsinteressen gerecht wird. Ich verweise auf die Gestaltung des Kanaleinlaufes, die Schaffung günstiger Bedingungen für die Anlage eines Winterhafens unterhalb der Schiffsschleuse beim Maschinenhaus und besonders auf die Anlage eines eigenen Umgehungskanales mit zweifacher Hubschleusenanordnung beim Maschinenhaus. Die Schiffe werden in dem tiefen und breiten Kanal und in der langen Strecke der Stauhaltung bessere Fahrverhältnisse finden, als im freien Flußlauf. Für die Talfahrt wurde für die Dampfer für die rund 30 km lange Strecke vom Staubeginn bis zur Einmündung des Unterwasserkanals ein Zeitverlust inklusive Schleusung von 25 min errechnet, dem für die Bergfahrt ein Zeitgewinn von

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 561; 1918, Seite 86.
**) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 335.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 6, Anz., Seiten 21 und 22.
**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 7, Anz., Seite 27.

Digitized by Google

20 min gegenübersteht. Für die Talfahrt von Schleppzügen resultiert ein Zeitverlust von 42 min, dem ein Zeitgewinn bei der Bergfahrt von 2 h 18 min gegenübersteht. Diese Zahlenwerte entstammen dem Gutachten des Herrn Ing. Gelpke, Basel, aus dem Jahre 1913. Hienach überwiegen die Vorteile sogar die Nachteile und wenn dies schon beim Projekte Mauthausen der Fall ist, um wieviel mehr gilt dies erst für das Projekt Aschach, welches in geradezu hervorragender Weise den Interessen der Schifffahrt dienen würde, da ja damit das Aschacher Kachlet umgangen wird.

Ganz ohne Beeinflussung der Interessen anderer kann ein solches großes Projekt natürlich nicht geboren werden und es werden immer die Vorteile und die entstehenden Nachteile gegeneinander abzuwägen sein; nach dem hier erwähnten Einfluß auf die Schiffahrt glaube ich sicher, daß jeder Gegner, der die Schiffahrtsinteressen zu seinem Rüstzeug wählt, verstummen wird; wenn es aber gar jemanden in unserem eigenen Lande gäbe, der die große volkswirtschaftliche Bedeutung der Donaukraftnutzung opfern wollte wegen der geringen Beeinflussungen der Schiffahrt, für den, meine Herren, ist dieser große Krieg nie geführt worden, der wird auch nicht imstande sein, Mittel und Wege anzugeben, wie wir in positiver Arbeit die Wunden desselben ausheilen.

Im nachstehenden seien kurz einige Daten über die Wallsee-Anlage und deren Wasserwirtschaftsplan gegeben*).

Abb. 1 zeigt die Situation der Getamtanlage: Unterhalb der Mündung der Aist wird durch den Einbau eines Stauwehres in die Donau und durch Errichtung eines Oberwassergrabens von zirka 10 km Länge ein Gefälle von 13·5 m nutzbar gemacht Der Oberwasserkanal, dessen Einlaufschwelle entsprechend hoch über der Flußsohle liegt, um das Eindringen von Geschiebe abzuhalten ist für eine sekundliche Wassermenge von 1400 m³ dimensioniert; er ist durch ein besonderes Abschlußbauwerk gegen das Strombett absperrbar und teils im Einschnitt, teils in Anschüttung am linken Ufer zum Krafthause bei Mitterkirchen geführt. Das letztere ist quer zum Kanal gestellt und gegen diesen durch eine Rechenanlage abgeschlossen. Das Krafthaus enthält 17 Turbineneinheiten von je 12 500 PS-Leistung, so daß auch bei einem durch Hochwasser bis auf 9 m reduzierten Gefälle noch eine Leistung von 120 000 PS gewonnen werden kann.

Abb. 2 veranschaulicht die Kraftleistung des Werkes; die oberste Kurve gibt die Betriebswassermenge, die untere die zugehörigen nutzbaren Gefällshöhen und die mittlere Kurve stellt die Nutzleistung des Werkes in PS dar. Die letztere läßt erkennen, daß während sieben Monaten 140 000 PS, während neun Monaten 120 000 PS vorhanden sind. Die Maximalleistung beträgt 160 000 PS und die Leistung während der kleinsten Wasserstände 70 000 PS. Der durch Hoch- und Niederwasserstände bedingte Ausfall auf die konstante 365 tägige Leistung gegenüber der siebenmonatlichen Leistung, für welche das Werk ausgebaut wird, beträgt 9%.

Durch ein Zusammenarbeiten der Donauwerke mit dem bestehenden großen Dampfkraftwerk der Stadt Wien*) würden sich besonders günstige wirtschaftliche Vorteile ergeben, denn der Ausfall von 9% würde, um auf eine konstante Leistung von 140 000 PS zu kommen, leicht und ohne weitere Investitionen durch die bestehenden Wiener städtischen Elektrizitätswerke gedeckt werden können, wozu ich bemerke, daß die täglich erforderlichen Spitzenleistungen der genannten Werke dabei nicht in Frage kommen; diese können durch Absenken des Wasserspiegels im Staubereiche bezw. im Oberwasserkanal ohne weiteres dem Kraftwerke entnommen werden.

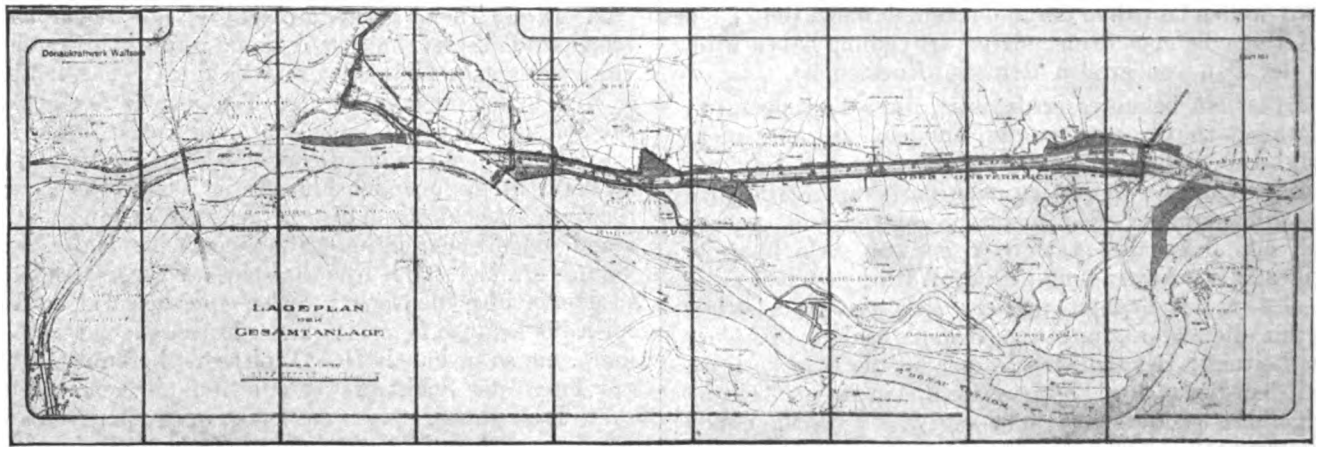


Abb. 1.

Bezüglich der Kosten bemerke ich, daß das Wallsee-Projekt detailliert mit 80 Mill. Kronen veranschlagt wurde

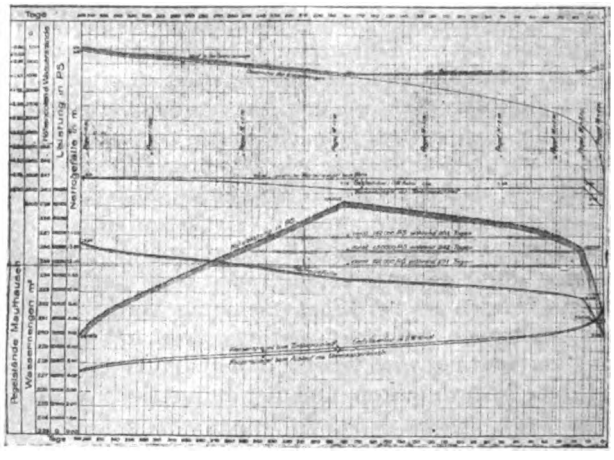


Abb. 2.

für einen Ausbau, der gestattet, 140 000 PS aufzunehmen. Ich beschränke mich auf diese Ziffer, da in der gegenwärtigen Zeit jede Kalkulation müssig erscheint. Im gegebenen Zeitpunkte wird zu erkennen sein, daß die Donau wirtschaftliche Vorteile für die Stromerzeugung für das Gebiet von Linz, St. Pölten, Wien und das Wiener Becken bietet, die aus anderen Kraftquellen nicht geboten werden.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 7, Anz., Seite 27.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 441.

Digitized by Google

Sind so große Wasserkraftwerke, die imstande sind, 24 stündige, das ganze Jahr gleichmäßige vorhandene elektrische Energie von vielen tausenden PS abzugeben, erbaut, dann werden sie magnetisch auf jene Großindustrien wirken die solcher ständigen Kraft bedürfen, denn für derartige Ausnutzungen kann die kalorische Anlage natürlich überhaupt nicht mehr in Betracht kommen.

Die Lage von solchen großen Kraftwerken an einer so wichtigen Wasserstraße, wie sie die Donau heute schon ist und hoffentlich in noch weit höherem Grade späterhin werden wird, ist außerdem ein Vorteil, den in der Monarchie kein zweites Werk für sich in Anspruch nehmen kann. Für die Rohstoffe der Kalkstickstoffindustrie, die Aluminiumindustrie und sonstige elektrochemische oder elektrometallurgische Industrien sowohl, als für deren Endprodukte, deren wir dringend bedürfen, tritt dieser günstige Wasserweg besonders in die Erscheinung und wenn außerdem die Donauwelle, die uns Wienern bisher nur Lied und Walzer war, in ernster Zeit sich als ernste Mithelferin erweisen wird, um unser Wirtschaftsleben zu fördern und uns Wienern gleichzeitig mit den anderen Vorteilen billig Licht und Kraft spenden wird, dann werden wir uns des heimatlichen Stromes doppelt freuen.

Elektrischer oder mechanischer Transport der Energie.

Ein Beitrag zur Frage der elektrischen Großwirtschaft.

Von Karl Loos. Ludwigshafen a. Rh.

Schluß von Heft 8, Seite 95,

Gegenüberstellung der Übertragungskosten.

(Für 2 je 100 000 V-Stationen, ohne Leitungsreserve, 3000 Benutzungsstunden, 14 500 kW Höchstbelastung bei $\cos\varphi = 1$, 45 Mill. kWh · Übertragung.)

A. 100 km Übertragungsweg:

8% der Leitungs- und Transformatorenanlage	Mk. 204 400
2·2 Mill. kWh feste Verluste in den Leitungen und Transformatoren à 2·86	„ 63 000
2·25 Mill. (5%) bewegliche Verluste in den Leitungen und Transformatoren à 2·86	„ 63 400
	Mk. 330 800

Es ergeben sich also für elektrischen Transport bei Erzeugung in Großkraftwerken für 45 Mill. kWh Gesamtkosten wie folgt:

Kapitalsdienst und Betriebskosten	Mk. 330 800
Ersparnis gegenüber Erzeugung in Mittelkraftwerken	„ 198 000
Gesamtkosten für die elektrische Übertragung	Mk. 132 800

Der mechanische Transport würde für Steinkohle mit 7000 WE/kg (das heißt bei 1 kg Kohle für 1 kWh) 45 Mill. à 0·29 Pfg. Mk. 130 500 betragen. Der elektrische Transport ist demnach um Mk. 2300 teurer. Für Braunkohle mit 4000 WE würden rund 80 Mill. kg Kohle zur Erzeugung von 45 Mill. kWh erforderlich sein; die Transportkosten würden Mk. 232 000 betragen, das heißt die Kosten der elektrischen Übertragung wären um Mk. 99 200 bezw. 75% billiger.

B) 200 km Übertragungsweg.

8% der Leitungs- und Transformatorenanlage	Mk. 362 000
3·275 Mill. kWh „dauernde" Verluste à 2·86 Pfg.	„ 93 500
2·25 Mill. kWh (5%) „bewegliche" Verluste à 2·86 Pfg.	„ 64 500
Gesamtkosten bei elektrischer Übertragung	Mk. 520 000
Ersparnis gegen Erzeugung und Mittelkraftwerken	„ 198 000
	Mk. 322 000

Die mechanische Übertragung mit Steinkohlen kostet auf 200 km bei einem Grundpreis von 0·51 Pfg. pro kg: 45 Mill. à 0·51 = Mk. 230 000.

Würden an Stelle Steinkohlen Braunkohlen verwendet, so würde die Übertragung Mk. 408 000 kosten, das heißt die elektrische Übertragung wäre gegenüber der Übertragung für die gleichwertige Menge Steinkohle um 28·5% teurer und gegenüber der Braunkohle um 26·5% billiger.

C. 300 km Übertragungsweg.

8% Kapitalsdienst für Leitungen und Transformatoren	Mk. 512 800
3·635 Mill. kWh für „dauernde" Verluste à 2·86	„ 104 000
2·48 Mill. kWh (5·5%) „bewegliche" Verluste à 2·86	„ 71 000
Gesamtkosten bei elektrischer Übertragung	Mk. 687 800
Ersparnis gegen Erzeugung in Mittelkraftwerken	„ 198 000
	Mk. 489 800

Die mechanische Übertragung auf 300 km kostet auf dem Eisenbahnweg pro 100 kg 73 Pfg. bezw. die entsprechende Steinkohlenmenge für 45 Mill. kWh Mk. 215 000 und für Braunkohle (4000 WE) für 45 Mill. kWh Mk. 575 000, das heißt, die elektrische Übertragung wäre gegenüber der Steinkohlenübertragung um rund 55% teurer und gegenüber Braunkohlentransport rund 17·6% billiger.

Es ist jedoch falsch, die Ergebnisse für alle Übertragungsverhältnisse in diesem Sinne zu verallgemeinern, weil die Ersparnisse von Großkraftwerken gegenüber Mittelkraftwerken nicht für alle Anlagen, wie in vorliegendem Falle angenommen, 0·44 Pfg./kWh betragen. Wir wollen daher für die in der Tabelle angegebenen Leitungen und Leistungen die Übertragungskosten ohne die Ersparnisse in den Zentralen aufstellen. Dann können wir sofort bei Vergleich des gleichwertigen Arbeitsinhaltes mit Kohle angeben, wie hoch die Ersparnisse sein müssen, um der mechanischen Übertragung gleichartig bezw. überlegen zu sein.

Die nachstehenden drei Tabellen geben einen Anhaltspunkt für die endgültige Schlußfolgerung, ob die mechanische Übertragung der elektrischen vorzuziehen ist. Es ist jedoch, wie wiederholt betont, zu beachten, daß die in den Tabellen angegebenen Kosten der elektrischen Übertragung nur bei $\cos\varphi = 1$, das heißt bei induktionsfreier Belastung, gelten. Praktisch kommt dieser Fall in Kraftwerken mit Rücksicht auf die Industriebelastung nicht vor, so daß noch

Digitized by Google

Übertragungskosten ohne Berücksichtigung der Ersparnisse bei Erzeugung in Großkraftwerken gegenüber Mittelkraftwerken.

Tabelle 4/I. 100 km Übertragungsweg, Stromerzeugungskosten 2·86 Pfg. bezw. 2·485 Pfg./kWh.

Ltg. Querschnitt Kupfer	Höchstleistung in kW	Übertragungskosten									
		Übertrag. kWh in Mill.	3100 h ohne Ltg. Reserve	3100 h mit Ltg. Reserve	Übertrag. kWh in Mill.	7000 h ohne Ltg.-Reserve	7000 h mit Ltg.-Reserve	Kohle WE/kg 1	2	3	4	5
								7000	6000	4000	3000	2050
3 × 50	14 500	45	0·735	0·885	102	0·525	0·495					
3 × 70	20 000	60	0·710	0·836	140	0·41	0·465					
3 × 95	27 250	85	0 64	0·755	190	0 39	0 440					
3 × 120	34 500	107	0·625	0·726	242	0·368	0 426	0·29	0·338	0·508	0·676	0·99
2 (3 × 50)	29 000	90	0·67	0·793	203	0·395	0·454					
2 (3 × 70)	40 000	120	0·62	0 718	280	0 363	0·413					
2 (3 × 95)	54 500	170	0·578	0·67	380	0·36	0·404					
2 (3 × 120)	69 000	215	0·568	0·653	485	0·356	0 393					

Tabelle 4/II. 200 km Übertragungsweg, Stromerzeugungskosten 2 86 Pfg. bezw. 2·48 Pfg./kWh.

Ltg. Querschnitt Kupfer	Höchstleistung in kW	Übertragungskosten									
		Übertrag. kWh in Mill.	3100 h ohne Ltg. Reserve	3100 h mit Ltg. Reserve	Übertrag. kWh in Mill.	7000 h ohne Ltg.-Reserve	7000 h mit Ltg.-Reserve	Kohle WE/kg 1	2	3	4	5
								7000	6000	4000	3000	2050
3 × 50	7 250	22·5	1·42	1·97	51·0	0 732	0·986					
3 × 70	10 000	31·0	1·19	1·69	70 0	0 625	0·847					
3 × 95	13 500	42 0	1·105	1·585	95·0	0·587	0·790					
3 × 120	17 250	53 5	1·032	1·440	121·0	0·550	0 736	0·51	0 595	0·893	1·19	1·74
2 (3 × 50)	14 000	43·5	1 175	1·69	98 0	0 62	0·85					
2 (3 × 70)	20 000	62·0	1·021	1·415	140·0	0 554	0·736					
2 (3 × 95)	27 250	84·5	0·912	1·28	190·0	0·508	0·672					
2 (3 × 120)	34 500	107·0	0·807	1·145	240 0	0·465	0 614					

Tabelle 4/III. 300 km Übertragungsweg, Stromerzeugungskosten 2 86 Pfg. bezw. 2·485 Pfg./kWh.

Ltg. Querschnitt Kupfer	Höchstleistung in kW	Übertragungskosten									
		Übertrag. kWh in Mill.	3100 h ohne Ltg.-Reserve	3100 h mit Ltg.-Reserve	Übertrag. kWh in Mill.	7000 h ohne Ltg.-Reserve	7000 h mit Ltg.-Reserve	Kohle WE/kg 1	2	3	4	5
								7000	6000	4000	3000	2050
3 × 50	4 850	15	2·58	3·95	34	1·135	1·73					
3 × 70	6 650	20	2·26	3·42	46	0 945	1·454					
3 × 95	9 100	28	1·895	2·92	64	0 918	1·37					
3 × 120	11 500	36	1·65	2·545	80	0·834	1 24	0·73	0·85	1·28	1·70	2·5
2 (3 × 50)	9 700	30	1·914	3 03	68	0·936	1·43					
2 (3 × 70)	13 300	41	1·655	2 595	93	0·852	1·26					
2 (3 × 95)	18 150	56	1·505	2 34	125	0·775	1·145					
2 (3 × 120)	23 000	71	1·400	2·16	160	0 73	1·065					

1. Westfälische Kohle. 2. Niederlausitzer Brannkohlenbriketts. 3. Böhmische Braunkohle. 4. Falkenauer Braunkohle. 5. Bitterfelder Rohbraunkohle.

die Kosten für die Phasenkompensation bezw. Mehrkosten für den anteiligen Betrag der wattlosen Leistung für die Zentrale, Transformatorstation und Leitungsanlage entwickelt werden müssen. Auf Seite 92 wurde bereits angegeben, wie sich der Grundpreis pro kVA bei Phasenverschiebung erhöht.

Die Kosten der Transformatorenstation erhöhen sich pro kVA bei Phasenverschiebung in gleicher Größe wie bei Zentralen. Die Kosten der Leitungsanlage vergrößern sich durch die Erhöhung des erforderlichen Querschnittes im Verhältnis $1 : \cos^2 \varphi$. Beispielsweise wird ein q erforderlich bezw. erhöhen die Kosten sich um:

$\cos \varphi$	$\cos^2 \varphi$ rd.	q	Kosten pro km	Diff. %	q	Kosten pro km	Diff. %	q	Kosten pro km	Diff. %
1	1	50	8 500	—	70	9 700	—	95	12 000	—
0·85	0·7	70	9 700	14	95	12 000	24·5	140	16 000	33·5
0·7	0·5	95	12 000	41	140	16 000	65	190	19 500	62·5
0·6	0·36	140	16 000	47	190	19 500	100	240	22 500	88

Der Einfluß der Phasenverschiebung auf die Übertragungskosten ist also sehr groß und wird in normalen Fällen bei $\cos^2 \varphi = 0{\cdot}7$ reichlich die in den Tabellen I bis III angegebenen Beträge um 70% übersteigen.

Außer den festen Kosten für den Kapitalsdienst werden auch die beweglichen Kosten für die höheren Eisenverluste infolge der größeren Transformatoren erhöht.

Bei einer induktiven Belastung von 14 500 kW bei $\cos \varphi = 0{\cdot}8$ sind 18 000 kVA Generatorleistung und für die Phasenkompensierung zur Spannungserhöhung $18\,000 \cdot 0{\cdot}6 = 10\,800$ kVA voreilend notwendig.

Die festen und beweglichen Kosten für diese Art Phasenkompensatoren ermitteln sich wie folgt:

Der in der Tabelle 2 Seite 93 für die festen Kosten der Fernleitung angenommene Betrag von Mk. 200 pro Zentralen-kW setzt sich in folgender Weise zusammen:

Digitized by Google

Gebäude	Mk.	55
Kohlenförderanlage, Kesselanlage, Rohrleitungen	„	75
Dampfturbine u. Generator	„	40
Schaltanlage	„	30

Ein 10 800 kVA-Generator hat einen Wirkungsgrad von etwa 92%, das heißt bei Leerlauf braucht derselbe einschließlich voller Errregung 900 kW.

Die betriebsfertige Anlage wird demnach kosten:

Anteil der Gebäude (mit Berücksichtigung der kleineren Kesselanlage)	Mk.	322 000
Kohlenförder-, Kesselanlage und Rohrleitung	„	67 000
Dampfturbine	„	36 000
Generator 9900 k V A	„	199 000
Schaltanlage	„	322 000
	Mk.	946 000

Bei einer Benutzungsdauer von 3000 Stunden und einem Strompreis von 2·86 Pfg. pro kWh kostet die Phasenkompensierung bei $\cos\varphi = 0{\cdot}8$;

10% Kapitalsdienst	Mk.	94 600
900 kW bei 3100 h = 2·8 Millionen kWh à 2·86 Pfg.	„	80 000
	Mk.	174 600

oder bezogen auf die in Tabelle 4/I zu übertragenden 45 Millionen kWh 0·388 Pfg. und bei einer Benutzungsdauer von 7000 Stunden 0·27 Pfg. pro kWh. Die Kosten für die Übertragung erhöhen sich in diesem Fall um rund 60%. Damit haben wir unsere Untersuchung für die Übertragungskosten bei Dampfkraftanlagen abgeschlossen.

Es bleibt nur noch übrig, die Großkraftanlagen mit anderen Betriebsstoffen zu untersuchen.

In letzter Zeit sind wiederholt in Fachschriften Andeutungen gemacht worden, daß die Konstruktion der Groß-Gasturbine aufgenommen wird. Wenn überlegt wird, welcher Umschwung in Dampfkraftwerken bei Übergang der Dampfmaschine zur Dampfturbine erzielt wurde, so kann heute schon darauf hingewiesen werden, daß die Groß-Gasturbine auf die Wirtschaftlichkeit noch stärker einwirkt, denn die Wärmeausnutzung in Dampfkraftanlagen in Europa mit Dampfspannungen von etwa 14 at beträgt günstigstenfalls 12%, während in Gasmaschinen 18% Ausnutzung erreicht wird. In modernen Dampfkraftanlagen in Amerika werden bereits erfolgreich Dampfspannungen von 20 at und mehr angewendet. Der thermische Wirkungsgrad derartiger Anlagen soll 26·5% betragen.*) Wird noch die Verwertung der anderen Nebenprodukte der Kohle in Betracht gezogen, so stehen wir am Anfang außerordentlich stark in das gesamte Wirtschaftsleben einschneidender Umwälzungen. Die heutigen Gasmaschinen in unsere Untersuchung aufzunehmen, erscheint nicht erforderlich, da bei der heutigen Einzelgröße dieser Maschinen Großkraftwerke wohl nicht versorgt werden können.

Es bleiben noch die Wasserkraftwerke übrig, welche wohl für die elektrische Großwirtschaft in der Zukunft in erster Linie in Betracht kommen. Es sind hier Hoch- und Niederdruckwerke zu unterscheiden. Die Anlagekosten pro kW lassen sich mit Rücksicht auf den wasserbautechnischen Teil nicht derart verallgemeinern, wie bei Dampfkraftwerken Immerhin können die festen Kosten zwischen Mk. 80. bis 110 bei Hochdruck- und Mk. 100 bis 180 bei Niederdruckwerken angenommen werden. Die beweglichen Kosten dürften zwischen 0·3 und 0·5 Pfg. pro kWh sich in gut geleiteten Werken bewegen. Es scheint, daß auch in Wasserkraftanlagen im Laufe der nächsten Zeit sehr starke Verschiebungen zugunsten der festen Kosten erreicht werden, und zwar durch die Bauart Hallinger (München) für den wasserbautechnischen Teil*).

Wenn die Kosten der Wasserkraft mit Mk. 90 und die beweglichen Kosten mit 0·35 Pfg. pro kWh angenommen werden, so kommt die Kilowattstunde bei 3000 Benutzungsstunden auf

$$k = \frac{9000}{3000} + 0{\cdot}35 = 3{\cdot}35 \text{ Pfg.}$$

und bei 7000 h auf

$$k = \frac{9000}{7000} + 0{\cdot}35 = 1{\cdot}635 \text{ Pfg.}$$

Wir sehen bei Vergleich der Stromkosten mit Dampfkraftwerken, daß die elektrische Übertragung im letzteren Falle gegenüber der mit Dampf erzeugten elektrischen Arbeit wesentliche Vorteile bietet. Volkswirtschaftlich liegen noch andere erhebliche Vorteile vor. Wird zum Beispiel elektrische Arbeit in Dampfkraftwerken erzeugt, so sind ungefähr 12 bis 16% der übertragenen Arbeit für die Verluste aufzubringen. Werden jährlich 300 000 000 kWh übertragen und betragen die Verluste 12%, so ergibt das bereits 36 000 t Kohle bei 7000 WE pro kWh. Bei Wasserkraftwerken ist dieser Arbeitsinhalt des Wassers selbstverständlich auch verloren, kommt jedoch für die Volkswirtschaft weniger in Frage, weil für diese Verluste keine menschliche Arbeitskraft usw. verloren geht.

Fassen wir nunmehr unsere Untersuchung zusammen: Die elektrische Großwirtschaft wird sich unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit dahin entwickeln müssen, daß die Wasserkräfte so billig als möglich ausgebaut werden und den Hauptanteil an der elektrischen Arbeitserzeugung übernehmen. Um die großen Kosten der Verluste zu decken, ist die Ausnutzung der Anlagen im Verein mit der chemischen Großindustrie, zur Erreichung einer hohen Benutzungsdauer und demnach einer billigen Stromeinheit zu erzielen, anzustreben. Gelingt dies nicht und bleibt die Benutzungsdauer innerhalb der Größe, welche heute für die Mittelindustrie und Städte bekannt sind, so kann die elektrische Großwirtschaft mit Verteilung bei 100 000 V-Spannung und Erzeugung der elektrischen Arbeit in Dampfkraftwerken nach der bisherigen europäischen Bauart mit Dampfspannungenbis 15 Atm. wirtschaftlich nicht bestehen.

*) E. K. 8 B. Heft 2, 1918; vgl. E. u. M. 1917, Seite 604.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Elektricitätsversorgung von Großbritannien. Die in Heft 8, S. 97, gegebenen Mitteilungen werden nachstehend durch einige Angaben ergänzt. Der Ausschuß, der über die Elektrizitätswirtschaft zu beraten hatte, wurde von dem Ministerium für Wiederaufbau**) eingesetzt; Lord Haldane führte den Vorsitz. Der Bericht ist dem allgemeinen Ausschuß für Wiederaufbau erstattet worden. Das Ministerium für Wiederaufbau hat ihn veröffentlicht und „alle, die von den darin enthaltenen Vorschlägen betroffen werden könnten" eingeladen, sich eingehend zu äußern. Zum Studium der mit dem Elektrizitäts-Versorgungsplan in Beziehung stehenden Rechtsfragen hat das Handelsministerium einen Ausschuß unter dem Vorsitz des Unterhausmitgliedes Sir A. Williamson eingesetzt. Alle Belange

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 892.

**) Entspricht scheinbar unseren Zentralstellen für Übergangswirtschaft.

Digitized by Google

der Elektrizitätswirtschaft sollen gründlich erörtert werden, ehe im Parlament ein Gesetz eingebracht wird.

Der berichtende Ausschuß führt den Titel „Kohlen-Erhaltungs-Ausschuß" und der Hauptzweck, der mit der Neuordnung des Elektrizitätswesens verfolgt wird, ist Kohlenersparnis. Der Ausschuß berechnet den Kohlenverbrauch für Kraftzwecke in Großbritannien und Irland mit 80 Mill. t, die ab Grube etwa 40 Mill. Pfd. kosten. Der Ausschuß schätzt, daß die dieser Kohlenmenge entsprechende Energie nach Durchführung des geschilderten Stromversorgungsplans mit nur 25 Mill. t Kohle erzeugt werden könnte, was allein einer Ersparnis von 27 Mill. Pfd. entspräche. Wenn man aber den Wert der jetzt ungenützt bleibenden Nebenerzeugnisse berücksichtigt, ergibt sich angeblich eine Ersparnis von 100 Mill. Pfd. Außerdem erhofft man sich von der allgemeinen Elektrizitätsversorgung einen weitgehenden Ersatz von Handarbeit durch Maschinenarbeit; damit eine Steigerung der Erzeugung des Arbeiters und eine Besserung seiner Arbeitsbedingungen. „Steigerung der Triebkraft ist die beste Abhilfe gegen niedrige Löhne." Es wird darauf hingewiesen, daß der Energieverbrauch pro Arbeiter in Amerika um 50% größer ist als in England und wenn man den Vergleich nur auf Gewerbe bezieht, die erhebliche Energiemengen verbrauchen, so ist der Unterschied noch größer.

Die Zahl der gemeindlichen und privaten Elektrizitätswerke in Großbritannien wird mit etwa 600 angegeben, mit einer Durchschnittsleistung von etwa 3700 kW, während nach Ansicht des Ausschusses die Mindestleistung eines wirtschaftlich arbeitenden Generators etwa 15 000 kW, die eines modernen Kraftwerks etwa 100 000 kW beträgt. Der Ausschuß schlägt daher vor, nur einige der vorhandenen Kraftwerke beizubehalten, die andern stillzusetzen und ein Reichskraftnetz zu bauen, das von 16 Großkraftwerken gespeist wird. Die Generatorleistung soll je nach der Einzelleistung der Kraftwerke zwischen 15 000 und 40 000 kW liegen. Jedes Kraftwerk soll mit einer Entgasungsanlage verbunden sein. Elektrochemische Fabriken können angegliedert werden. Die Kraftwerke sollen in der Nähe der Städte, aber außerhalb derselben, auf großen Grundstücken errichtet werden, die hinsichtlich Kohlenzufuhr und Kühlwasserversorgung günstig gelegen sind.

Der Ausschuß hat verschiedene Besitzformen studiert und kommt zu folgendem Ergebnis: „Im Hinblicke auf den besonderen Unternehmungsgeist und das Anpassungsvermögen, das die Verwaltung eines Elektrizitätsversorgungsunternehmens erfordert, sind wir der Ansicht, daß die Handlungsfreiheit eines Privatunternehmens und der Eifer in der Führung eines solchen zum Erreichen eines vollen Erfolges wesentlich beitragen wird." Die 16 Elektrizitätswerke, ob in privatem oder öffentlichem Besitz, würden überwacht werden durch eine „National-Elektrizitäts-Kommission", die auch die Eingliederung der bestehenden Werke übernehmen würde. Nebenkraftwerke, die in das Reichsnetz arbeiten, würden überall entstehen, wo genügende Mengen von Abwärme oder Abgasen zu verwerten sind oder wo große Mengen von Abfallkohle sich anhäufen.

Als Beispiel für die Durchführung des geschilderten Versorgungsplans erwähnt der Ausschuß das Netz an der Nordostküste, um Newcastle-on-Tyne, das aus 11 Kraftwerken besteht, die ein gemeinsames Netz speisen. Der Durchschnittsstrompreis ist weniger als 0·5 Pence. In Lancashire, dem viel dichter bevölkerten Textil- und Bergwerksgebiet im Westen Englands, fehlen solche Überlandwerke. Der Strompreis schwankt dort zwischen 1 und 2 Pence pro kWh und der Energieverbrauch pro Einwohner ist etwa ein Drittel des Energieverbrauchs im Nordosten.

Die Entwicklung der Hamburgischen Elektrizitätswerke hat der Direktor Bannwarth in einem Vortrag besprochen; darüber berichten die „Hamburger Nachrichten" das Folgende: Im Jahre 1893 übertrug der Hamburgische Staat die Erzeugung und den Verkauf elektrischer Arbeit im Hamburgischen Stadtgebiet der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, vormals Schuckert & Co., die dann die Aktien-Gesellschaft Hamburgische Elektrizitäts-Werke gründete. Schuckert & Co. übernahmen die im Jahre 1888 vom Hamburgischen Staate auf eigene Rechnung mit einer Leistung von 700 kW ausgerüstete Stromerzeugungsanlage in der alten Stadtwassermühle. Nach dem Umbau dieses Kraftwerkes gingen sie an die Errichtung von weiteren drei Elektrizitätswerken. Die Maschinenleistung dieser vier Kraftwerke mit 69 Dampfkesseln beträgt heute 28 500 kW. Die in den Kraftwerken untergebrachten Akkumulatorenbatterien haben eine Gesamtleistung von 7565 kW. Neben dem Bau der Kraftwerke wurden elf Unterwerke sowie eine Reihe von Drehstrom-Transformatoranlagen zur Umwandlung in Gleichstrom 2 × 110 V und in Drehstrom 380/220 V errichtet. Die Leistung der in den Unterwerken befindlichen Umformer beträgt 16 500 kW und die der Akkumulatorenbatterien 10 220 kW. Im Jahre 1912 wurde der zwischen den Elektrizitätswerken und dem Staate abgeschlossene Vertrag für Stromlieferung im gesamten Hamburgischen Staatsgebiet ausgedehnt. Der mit Einführung eines neuen Stromtarifes stark ansteigende Stromverbrauch, insbesondere von seiten der Industrie, bedingte eine Erweiterung der Stromerzeugung; deshalb wurde ein neues Werk am Tiefstack-Kanal errichtet. Dieses Werk enthält im ersten Ausbau sechs Kessel von je 6000 m² Heizfläche und zwei Dampfturbinen von je 10 000 kW Leistung. In dem Werke wird nur Drehstrom von zunächst 6000 V, später 25 000 V erzeugt. Das Werk kann bis zu einer Leistung von 100 000 kW ausgebaut werden.

Meßapparate und Meßmethoden.

Einen einfachen Schlüpfungsmesser hat M. Schleicher angegeben. Eine Scheibe aus Pappe oder Blech, mattschwarz lackiert, mit radialen Ausschnitten von 15 bis 20 mm Breite in einer der Polpaarzahl des auf seine Schlüpfung zu untersuchenden Motors entsprechenden Anzahl wird in irgendeiner Weise auf der Welle befestigt. Durch die Schlitze hindurch betrachtet man einen an das Netz angeschlossenen Zungenfrequenzmesser; je nach der Schlüpfung des Motors führen die erregten Zungen im Lauf schnellere und langsamere Schwingungen aus. Aus der Zahl der Schwingungen in einem bestimmten Zeitabschnitt kann man die Schlüpfung berechnen. Man braucht also nur einen Zungenfrequenzmesser und eine Uhr. Die Methode eignet sich besonders für kleine Motoren, die durch das Anlegen eines Tourenzählers schon gebremst werden; der Stromverbrauch für den Frequenzmesser ist sehr gering, etwa 30 mA. (E. T. Z. 38, Heft 50, 1917.)

Elektrische Beleuchtung.

Wolfram-Bogenlampen. E. A. Gimingham und B. R. Mullard beschreiben eine neue Ausführungsform dieser Bogenlampen*) für größere Lichtstärken von 500 bis 1000 HK. Außer der fadenförmigen Glühelektrode und der kleinen kugelförmigen Elektrode, zwischen welchen durch Schließen eines Schalters ein Lichtbogen mit dem Faden als Kathode gebildet wird, ist noch in gleichem Abstand von der Kugelelektrode eine Elektrodenplatte vorgesehen. Brennt der Zündlichtbogen, so wird durch Umlegen des Schalters die Platte als Anode und die Kugel als Kathode geschaltet, so daß zwischen diesen beiden Elektroden nunmehr der Lichtbogen auftritt und der Glühfaden abgeschaltet wird. Ein bestimmtes Verhältnis zwischen Oberfläche und Rauminhalt der Birne ist einzuhalten; bei 500 HK mißt die Birne 10 cm im Durchmesser.

Nachstehend sind die Werte von Spannung, Lichtstärke und Watt pro Kerze in Prozenten bei verschiedenen Stromwerten zusammengestellt.

Stromstärke in Prozenten des Normalstromes	60	80	100	120	140
Spannung in Prozenten der Normalspannung. . . .	108	103	100	98	97
Watt pro 1 intern. Kerze**)	0·84	0·63	0·5	0·43	0·39
Lichtstärke in Prozenten der normalen Kerzen**) . .	38	65	100	135	170

Die Spannung sinkt bis zur normalen Stromstärke rascher, hierauf stetig, aber langsam, wie bei Bogenlampen mit Reinkohlen, um beim Zerspratzungspunkt des Wolframs plötzlich abzufallen. Bei normaler Belastung wird für 1 intern. Kerze ½ W gebraucht oder 2·22 HK pro 1 W. Die Lebensdauer der Lampe bis zum Abfall der Lichtstärke um 10% beträgt 500 h; sie soll auf 800 h gesteigert werden. Die Flächenhelle der Lampe, die ein an kurzwelligen Strahlen reiches Licht aussendet, beträgt 1720 HK pro 1 cm² gegen 680 HK/cm² bei der Wolframglühlampe mit Gasfüllung und 64·5 HK/cm² bei der Kohlenfadenlampe.
(E. T. Z. 39, Heft 1, 1918, nach Journ. Inst. El. Eng.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrischer Antrieb für Kriegsschiffe. Zu den bisher elektrisch angetriebenen Schiffen der amerikanischen Marine***) ist nun der Superdreadnought „Tennessee" mit 32 000 t und 21 Seemeilen hinzugetreten. Das Schiff hat vier Propeller, jeder von einem 6700 PS-Drehstrommotor mit 175 min. Touren angetrieben; je zwei Motoren werden von einem 13 500 PS-Drehstromgenerator mit Turbinenantrieb gespeist. Die Motorpaare und die Generatoren können gegeneinander vertauscht werden. Die Regelung der Turbine kann vom Maschinenraum oder vom eigenen Schaltraum aus erfolgen; der Dampfverbrauch beträgt 5·5 kg pro PSh.

Die Motoren werden durch Polumschaltung für zwei Grundtourenzahlen geregelt. Mit 36 Polen laufen sie als Kurzschlußankermotoren mit 118·3 Touren und leisten je 2125 PS, mit 24 Polen als Phasenankermotoren von 6700 PS, 175 U. p. min, mit Regelung durch Wasserwiderstände, die an die Schleifringe angeschlossen sind. Durch 4 h können die Motoren um 25% überlastet werden, entsprechend 8375 PS bei 185 U. p. min. Die Motoren können einzeln oder in Gruppen allmählich als 36 polige Kurzschlußmotoren angelassen werden, wobei die Regelung der Tourenzahl durch die Regelung der Dampfturbinen erfolgt; bei 118 min. Touren erfolgt

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 170.
**) 1 internationale Kerze = 1·11 HK.
***) Vgl. E. u. M. 1915, Seiten 298, 371.

Digitized by Google

die Umschaltung auf 24 Pole mit Regelung durch die Rotorwiderstände. Von einem zentralen, mit der Kommandobrücke verbundenen Schaltraum aus erfolgt die Regelung der Generatoren und der Motoren, in den Hauptstromkreisen sind Ölschalter eingelegt, der Wasserwiderstand wird durch Fernschaltung gesteuert. Über die Konstruktion der Motoren wird angegeben, daß die Nuten der Wicklungen mit Glimmer ausgelegt und Fasermaterial nur zur Befestigung der Wicklung verwendet wird; die Isolation vermag Temperaturen bis 150° C ohne Schaden auszuhalten. Strom für die Erregung sowie für Beleuchtung und für einige hundert Motoren an Bord des Schiffes liefern sechs Gleichstrommaschinen mit Dampfturbinenantrieb; der Abdampf dieser Turbinen wird in den Hauptturbinen ausgenutzt. Die Erregung der Hauptgeneratoren erfolgt in Zu- und Gegenschaltung mit Motorgeneratoren, so daß die Erregerspannung zwischen 0 und der normalen von 240 V bis 315 V, geändert werden kann. Auch die Steuerung des Schiffes, das Einstellen der Geschütze und die Geschützhebevorrichtung, die Ankerwinde und sämtliche anderen maschinellen Einrichtungen des Schiffes werden elektrisch betätigt.

Die im Bau befindlichen Schiffe „Colorado" und „Washington" sollen in gleicher Weise ausgerüstet werden.

(El. Anzeiger Nr. 102, 1917, nach Teknisk Ukeblad.)

Elektrische Apparate.

Normalwiderstände. C. V. Drysdale beschreibt eine in England einzuführende Form von Normalwiderständen für kleine Widerstandswerte, bei welchen an Stelle des Manganins eine englische Legierung unter dem Namen „Tarnack" verwendet werden soll. Die Widerstände werden aus zwei konzentrischen durch eine dünne Isolierschicht getrennten Blechzylindern gebildet, die vom Strom in entgegengesetzter Richtung durchflossen werden; die Selbstinduktion dieses Widerstandskörpers ist also gering. Die Widerstände liegen in einem Petroleumbad, das eine Rührvorrichtung und eine Kühlschlange enthält. Die Widerstände werden in vier Typen für 10, 50, 200 und 500 W ausgeführt, für 1000 A ist der Widerstand unter 0·0005 Ω durch Parallelschalten von Teilen des Zylinders gebildet. Zur Abnahme der Spannung an den Widerstandsklemmen dienen zwei Kupferlaschen mit einem Kupferstift zum Einhängen in Quecksilber; dadurch wird der Übergangswiderstand herabgesetzt. Die Zeitkonstante dieser Widerstände beträgt $0{\cdot}7.10^{-6}$ s. Durch diese Einrichtung wird nach Ansicht des Berichterstatters ein hoher Wert der gegenseitigen Induktion zwischen dem Spannungsabnahmekreis und dem Hauptstromkreis hineingebracht, der bei Wechselstrommessungen zu Fehlern Anlaß gibt. Nach Messungen stellt Drysdale fest, daß „Tarnack" einen geringeren Temperaturkoeffizienten besitze und seinen Widerstand weniger ändere als die Manganinwiderstände von O. Wolff. Der Berichterstatter hält aber die von Drysdale für das letztere Material angegebenen Werte für höher als sie bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gefunden wurden.

Anschließend an den Bericht wird bemerkt, daß die von Siemens & Halske ausgeführten Widerstände für sehr starke Ströme, die nach Patterson und Rayner aus einem von Wasser durchflossenen Manganinrohr bestehen, den mit Petroleum gekühlten vorzuziehen sind; ihre Überlastbarkeit ist eine viel größere und die Zeitkonstante eine niedrigere.

(E. T. Z. 38, Heft 42, 1917, nach The Electrician.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Eine neue Aluminiumlegierung, unter dem Namen Acérial, eine Erfindung des Franzosen de Montby wird in Amerika von der Aciérial Co. hergestellt. Es ist dies ein Mischmetall mit 92 bis 97% Al, silberweiß aussehend, Schmelzpunkt 740° C, spezifisches Gewicht 2·82. Es kann gegossen, kalt und warm geschmiedet, gewalzt, geprägt, gehärtet, poliert, elektrolytisch plattiert und geschweißt werden. Gegen Säuren, ausgenommen Salzsäure, ist die Legierung widerstandsfähig. Die Herstellung erfolgt im elektrischen Ofen. Gegenwärtig werden 10 t täglich erzeugt. Beim Preis von 1·32 Dollar pro 1 kg Aluminium beträgt der Preis der Legierung 2·23 Dollar pro 1 kg. Die Legierung findet Anwendung beim Bau von Flugzeugen, Eisenbahnwagen, Militärausrüstungen. (E. K. B. 15, Heft 32, 1917.)

Die Feuergefährlichkeit des Elektronmetalles, bekanntlich einer Legierung, die spezifisch leichter ist als Aluminium, das in der Elektrotechnik vielfach zur Verwendung kommt, zwingt zu besonderen Verhaltungsmaßregeln. Besonders leicht entzündlich sind die langfaserigen Späne, so daß auf größte Sauberkeit auf den Drehbänken geachtet werden muß. Der Brand kann mit Sand nur eingedämmt, aber nicht gelöscht werden, Wasser hat nur eine starke Rauchentwicklung zur Folge, ist also für das Löschen zwecklos. Jedenfalls muß bei den Drehbänken eine Kiste mit Sand für den sofortigen Gebrauch bei einem etwa auftretenden Brand vorgesehen sein. (Z. V. D. J. 62, Nr. 4, 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Widerstand, Peltierwärme und elektrische Nachwirkung außerhalb und in einem Magnetfeld, besonders in kristallinischem Wismut. G. Borelius und A. F. Lindh, Lund. Vor kurzem haben Borelius und Lindh den elektrischen Widerstand und die Thermokraft des Wismutkristalls in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur im Intervall flüssige Luft-Schmelzpunkt des Wismuts untersucht und unter anderem festgestellt, daß die Versuchsergebnisse auf einen sehr guten Reinigungszustand des Materials schließen lassen*). An solchem Material sind nun weitere Versuche in anderer Richtung vorgenommen worden. Zunächst wurde der Einfluß verschieden orientierter Magnetfelder auf den Widerstand untersucht und dabei ältere an unreinem Metall ausgeführte Untersuchungen von van Everdingen ergänzt. Ferner wurde die Peltierwärme an kleinen Kristallstäben nach einer kürzlich von Borelius angegebenen Methode**) gemessen und hiebei die quantitativen Beziehungen zwischen den longitudinalen Effekten verschiedener Richtung untereinander und den transversalen Effekten aufgedeckt. Die Transversaleffekte sind bisher überhaupt nicht untersucht worden. In nahem Zusammenhang mit der Peltierwärme steht die elektrische Nachwirkung. Über diese hat Heurlinger theoretisch gearbeitet und sie auf Temperaturdifferenzen im Material zurückgeführt.***) Im Vereine mit älteren Versuchen Geipels bilden die Ergebnisse von Borelius und Lindh eine gute Bestätigung der Grundannahme Heurlingers. Die thermoelektrische Erscheinungen im Wismutkristall erschienen anfangs sämtlich unerwartet verwickelt, konnten jedoch durch die Annahme, daß die Richtungen der thermoelektrischen Achsen durch Spannungen im Material verschoben werden, mathematisch beherrscht und mit der Theorie in Einklang gebracht werden. Bemerkenswert ist, daß in einem elektrolytischen Präparate die Nachwirkung völlig ausbleibt. Hier sind drei Erklärungsmöglichkeiten vorhanden. Entweder ist die kristallinische Struktur so fein, daß die Nachwirkung ganz abklingt, bevor sie wahrgenommen werden kann, oder die thermoelektrische Hauptachse liegt senkrecht zum Blatt. Schließlich kann das elektrolytisch niedergeschlagene Material auch isotrop sein. (Ann. d. Phys. 53, 97, 1917.)

Elektrische Doppelbrechung in binären Flüssigkeitsgemischen. C. Bergholm, Upsala. Über die elektrische Doppelbrechung in binären Flüssigkeitsgemischen haben Schmidt und Lippmann gearbeitet. Schmidt gelangt zu der Aussage, daß für die elektro-optische Konstante der Mischungen kein einfaches Gesetz abzuleiten sei. Lippmann zog aus einer sehr großen Anzahl von Messungen den Schluß, daß die elektrische Doppelbrechung eine additive Größe ist, wenn der Prozentgehalt in Mol ausgedrückt wird. Da jedoch auch dieser Satz nicht stichhältig schien, so hat Bergholm neue Untersuchungen über den Gegenstand angestellt und hat gerade durch die Berechnung des Prozentgehaltes nach Volumen, die Lippmann verwirft, ein Ergebnis erhalten. Bergholm entwickelt auf Grund der Langevinschen Theorie der Doppelbrechung eine Gleichung für die Mischungen, die die Erscheinungen qualitativ erklärt. In quantitativer Beziehung ist auch diese Gleichung noch nicht allgemein zureichend. Die für die meist untersuchten Mischungen exakt geltende Gleichung lautet:

$$B = \frac{1+A_1}{2} B_1 \frac{V_1}{V_1+V_2} + \frac{1+A_2}{2} B_2 \frac{V_2}{V_1+V_2},$$

worin

$$A_1 = \frac{(K_1+2)^2(u^2+2)^2}{(K_1+2)^2(u_1^2+2)^2}, \qquad A_2 = \frac{(K_2+2)^2(u^2+2)^2}{(K_2+2)^2(u_2^2+2)^2}$$

ist.

In der Formel bedeutet B die elektro-optische Kerr-Konstante (das elektrische Doppelbrechungsvermögen), K die Dielektrizitätskonstante, u den Brechungsindex und V das Volumen. Die Zeichen ohne Index beziehen sich auf die Mischung, die mit Index sinngemäß auf die Bestandteile. Die neben dem Vorhandensein negativer Kerrkonstanten interessanteste Ausnahme vom additiven Gesetz, das Auftreten eines Maximums bei den Mischungen von Benzol mit gewissen anderen Substanzen, erklärt sich durch die Formel und die Lippmannsche Annahme der Bildung von Molekülkomplexen für diesen Fall wird überflüssig.

(Ann. d. Phys. 53, 169, 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 258.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 5, Seite 57.

***) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 245.

Digitized by Google

Chronik.

Brennkrafttechnische Gesellschaft. Unter diesem Namen ist kürzlich in Berlin eine Gesellschaft gegründet worden, deren Aufgabe darin besteht, wissenschaftliche und praktische Forschungsarbeit zu fördern, welche auf die Vorgänge beim Vergasen und Verbrennen der Brennstoffe sowie bei Umwandlung der Wärme in mechanische Arbeit gerichtet sind und für die Verwertung des Wertstoffinhaltes der Brennstoffe nützlich sein können. Die Gesellschaft verfolgt also ähnliche Zwecke wie das in Wien gegründete „Institut für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung"*). Die Gesellschaft beauftragt die ihr geeignet erscheinenden Stellen zur Durchführung von bei ihr angeregten Arbeiten. Diese Stellen haben über die Durchführung der Arbeiten an den Vorstand zu berichten. In dem von der Gesellschaft herausgegebenen Jahrbuch soll über die Wirksamkeit derselben berichtet, ferner sollen einzelne der gehaltenen Vorträge und durchgeführten Forschungsarbeiten dort und in gesonderten Publikationen veröffentlicht werden. Das ordentliche Mitglied zahlt Mk. 100 Eintrittsgeld und Mk. 200 Jahresbeitrag, Fach- und außerordentliche Mitglieder zahlen je Mk. 20 Eintrittsgeld und Jahresbeitrag.

Literatur-Bericht.

Form und Endziel einer allgemeinen Versorgung mit Elektrizität. Von Ludwig Aschoff. Berlin 1917, Verlag von Julius Springer (Preis Mk. 2·40).

Wir begegnen hier wieder einer neuen Schrift über das so zeitgemäße Thema der zukünftigen Elektrizitätsversorgung. Sie ist im Auftrage des Beratungsvereines „Elektrizität" herausgegeben worden, gibt also nicht nur die Anschauungen des Verfassers, sondern auch jene des genannten Vereines in der Elektrifizierungsfrage wieder. Die Abhandlung beschränkt sich im besonderen nur auf die Lösung dieser Zukunftsfrage für Preußen, da bedauerlicherweise durch das getrennte Vorgehen einzelner Bundesstaaten in diesem Belange die einheitliche Regelung für das ganze Reich bereits sehr erschwert worden ist. Das Ziel der Arbeit ist, die ganze öffentliche Elektrizitätswirtschaft Preußens, also nicht nur die Elektrizitätserzeugung, sondern auch die gesamte Elektrizitätsverteilung (in den Mittel- und Niederspannungsnetzen) in Form eines Staatsmonopols auf eine öffentlich-rechtliche Grundlage zu stellen. Jedermann freigestellt bleibt also nur die Erzeugung und Verteilung elektrischer Arbeit, die ausschließlich zur Deckung des eigenen Bedarfes dient (Einzelanlagen). Der Grund, warum der Verfasser auch die Stromverteilung in die staatliche Elektrizitätswirtschaft einbezieht, liegt darin, daß der Hauptgewinn bei der Elektrizitätsversorgung nicht in der Spannung zwischen dem Erzeugungs- und dem Großverkaufspreise (von den Haupttransformatorenwerken des Hochspannungsnetzes ab), sondern in dem Unterschiede zwischen dem Groß- und Kleinverkaufspreis liegt. Durch ein staatliches Monopol der öffentlichen Elektrizitätsversorgung kann daher ohne Besteuerung dem Staate nur dann eine halbwegs erhebliche Einnahmsquelle geschaffen werden, wenn diese Elektrizitätswirtschaft in ihren verschiedenen Stadien zur Gänze erfaßt wird. Dieser Gedanke, für die öffentliche Elektrizitätsversorgung sowohl die Erzeugung, als auch die ganze Verteilung auf eine öffentlich-rechtliche Grundlage zu stellen wurde für Deutschland bereits von N. Hochström in einer Studie**) behandelt. Während jedoch in derselben die Berechnung der voraussichtlichen Wirtschaftlichkeit des Unternehmens, gestützt auf die bekannten, von Siegel und Klingenberg***) gefundenen Zahlen, nur eine oberflächliche, mehr andeutungsweise Behandlung erfahren hat, ist in der vorliegenden Schrift von Aschoff diese Wirtschaftlichkeitsrechnung für Preußen in sehr vorsichtiger und ausführlicher Weise durchgeführt, wobei sie sich auf eigene, in der Statistik begründete Annahmen und daraus gezogene Folgerungen stützt. Der Abschnitt über das wirtschaftliche Ergebnis einer einheitlichen Elektrizitätsversorgung bildet daher den bemerkenswertesten Teil der Abhandlung und kann für Wirtschaftlichkeitsrechnungen in ähnlichen Fällen als richtunggebend angesehen werden. Da der Verfasser empfiehlt, die Stromerzeugung für die gesamte öffentliche Elektrizitätsversorgung ausschließlich dem Staate und deren gesamte Stromverteilung den Provinzialverbänden zu übertragen, ist in letzterer Hinsicht besonders hervorzuheben, daß den Rechnungen die den einzelnen Provinzen entsprechenden Verhältnisse jeweilig in Tabellenform beigefügt sind.

Die Rechnung für die voraussichtliche Wirtschaftlichkeit bezieht sich wieder auf die Zeit nach etwa 10 Jahren (1926 bis 1930). Die zu dieser Zeit erforderliche elektrische Nutzarbeit ist mit 17 Milliarden kWh, die gesamte Kraftwerkleistung mit 4·5 Millionen kW festgestellt. Die Anlagekosten für das neue Stromerzeugungsunternehmen (Kraftwerke, Hochspannungsverbindungsleitungen und Haupttransformatorenwerke) betragen 1·4 Milliarden Mark. Aus diesem Unternehmen ergibt sich ein Reinüberschuß von 41 Millionen Mark*), unter der Annahme, daß die Betriebskosten 1·1 Pfg. für die erzeugte, oder 1·39 Pfg. für die nutzbar abgegebene kWh ausmachen und im Durchschnitt für letztere (von den Haupttransformatorenwerken ab) 2·5 Pfg. bezahlt werden. Dieser Reinüberschuß reicht nicht aus, um die Jahreskosten der Schadloshaltung der derzeit bestehenden öffentlichen Kraftwerke zu decken, wenn man dieselben ausnahmslos zugunsten der staatlichen Stromerzeugung stillegen wollte. Der Verfasser berechnet hiefür die jährliche Ausgabe von rund 51 Millionen Mark, so daß von Seite des Staates zu dem Stromerzeugungsunternehmen ein Zuschuß von 10 Millionen Mark geleistet werden müßte. Wenn man andererseits die leistungsfähigeren Werke für eine Zusatzlieferung von 2 Milliarden kWh unter Bindung an den Tarif des einheitlichen Unternehmens heranzieht, so ergibt die Rechnung für das staatliche Unternehmen einen Reinüberschuß von 25 Millionen Mark, die jährliche Entschädigung für außerdem noch stillzusetzende Werke beträgt 38 Millionen Mark, so daß für den Staat ein Ausfall von 13 Millionen Mark entsteht. Dieses ungünstige wirtschaftliche Ergebnis wendet sich entschieden zum Besseren, wenn auch die Stromverteilung auf eine öffentlich-rechtliche Grundlage gestellt wird. Aschoff ermittelt die Anlagekosten für die Mittel- und Niederspannungsnetze und die örtlichen Transformierungsanlagen mit 2·2 Milliarden Mark und erhält unter der Annahme bestimmter Mittelwerte von Verkaufspreisen für die kWh bei verschiedenen Verwendungszwecken (Kleinverbrauch 15 Pfg., Landwirtschaft 12 Pfg., Industrie 5 Pfg. und Dauerbetriebe 2 Pfg.) aus der Stromverteilung einen Reinüberschuß von rund 200 Millionen Mark, abzüglich der jährlichen Entschädigung von 23 Millionen Mark für die bereits bestehenden Verteilungsnetze, also 177 Millionen Mark. Es ist daher der gesamte Reinüberschuß der Stromerzeugung und -verteilung 177 — 13 = 164 Millionen Mark. Da das gesamte Anlagekapital 3·6 Milliarden Mark und mit einem Zuschlag von 10% für voraus aufgewandtes Kapital, 3·96 Milliarden Mark beträgt, so entspricht dieser Reinüberschuß, der nach Leistung der Entschädigungen und einer bereits berücksichtigten Verzinsung mit 5% noch verbleibt, einer weiteren Verzinsung von 4·14%. Dabei sind die Tarife wesentlich niedriger als die heute bei großen Werken üblichen. Freilich sollten von dem Reinüberschuß noch alle jene staatlichen und provinzialen Abgaben in Abzug gebracht werden, welche von dem ganzen Unternehmen geleistet werden müßten, wenn es nicht staatlich wäre, um einen genauere Zahl für den wirtschaftlichen Vorteil bei der Verstaatlichung zu erhalten. Nach dem Vorschlage des Verfassers soll der Reinüberschuß zur einen Hälfte dem Staate und die andere Hälfte den Provinzialverbänden nach einem bestimmten Verteilungsschlüssel zufallen. Eine weitere, wie immer geartete Besteuerung der Elektrizität wird verworfen. Eine Bresche in dem beabsichtigten Staatsmonopol bildet die Bestimmung, daß in bestimmten Ausnahmsfällen einzelnen Gemeinden die Erlaubnis zur eigenen Stromversorgung erteilt werden kann.

Wenn auch der von Aschoff entwickelte Elektrifizierungsplan für Preußen die Aufbringung des riesigen Kapitales von 4 Milliarden Mark zur Voraussetzung hat und der grundsätzliche Monopolgegner durch die Ausführungen in der Abhandlung in seinen Anschauungen sich wohl nicht als widerlegt betrachtet werden wird, so bildet die Aschoffsche Schrift nicht nur für den Anhänger, sondern auch für den Gegner des Monopolgedankens eine sehr bemerkens- und lesenswerte Arbeit, da in ihr, wie noch in keiner der bisherigen Veröffentlichungen, die Wirtschaftlichkeit eines besonderen Falles der einheitlichen Elektrizitätsversorgung eines Staates mit großer Gründlichkeit und Sachkenntnis behandelt worden ist. *Zickler.*

Veröffentlichungen des kaiserlichen Telegraphen-Versuchsamtes in Berlin. Im kais. Telegraphen-Versuchsamt sind verschiedene künstliche Isolierstoffe untersucht worden. Dabei wurden der Verlustwinkel und die Dielektrizitätskonstante bei Wechselströmen mit den Kreisfrequenzen $\omega = 3000$ bis 30 000, die Oberflächenleitung und der Nachwirkungsstrom bei den Temperaturen 20 und 30° C und bei verschiedener Feuchtigkeit gemessen. Die Versuchsergebnisse sind in einer kleinen Druckschrift mit 25 graphischen Darstellungen zusammengestellt. Personen und Firmen, die ein Interesse daran nachweisen und sich zur Geheimhaltung verpflichten, können diese Druckschrift gegen Erstattung der Kosten in Höhe von Mk. 1·20 vom Telegraphen-Versuchsamt (Berlin W 9, Königgrätzerstraße 20) beziehen.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 1, Seite 10.

**) „Die öffentliche Elektrizitätsversorgung als Einnahmsquelle für den Staat." Stuttgart. Verlag von Rudolf Lucke, 1917.

***) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 335.

*) Denselben Reinüberschuß für den gleichen Fall hat Klingenberg auf Grund eines ganz anderen Rechnungsverfahrens gefunden.

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

Ladevorrichtung und -Verfahren, insbesondere für Dieselmaschinen

(Fortsetzung von Heft 8, Seite 100.)

Auch nach einer Erfindung des Karl Paulsen in Berlin-Lichterfelde wird bei Zweitakt-Dieselmaschinen die Einblasluft der verdichteten Verbrennungsluft des Arbeitszylinders entnommen, ohne jedoch höher verdichtet zu werden. Bei jedem Verdichtungshub wird ein Teil der Verbrennungsluft über ein Rückschlagventil in einen Behälter gedrückt, aus dem sie nach Umkehr des Arbeitskolbens in dem Maße, als der Druck im Arbeitszylinder sinkt, in diesen zurückströmt und den Brennstoff aus der Düse mit sich reißt. Um eine zu hohe Temperatur dieser Einblaseluft zu vermeiden, wird die aus dem Arbeitszylinder zu entnehmende Druckluft durch einen Ringkanal geführt, der von einem wassergekühlten hohlzylindrischen Einsatz und dem gleichfalls gekühlten Zylinderkopf umschlossen ist. D. R. P. Nr. 289 513.

Zur Erzielung einer innigen Mischung des Brennstoffes und der Luft im Arbeitszylinder verwenden Edward Christopher Blackstone, Frank Carter und Evershed Carter in Hamford (Großbritannien) folgende Vorrichtung: Die Brennstoffeinblasedüse mündet in einen Kanal, der zum Arbeitsraum führt und durch besondere Leitungen mit diesem derart verbunden ist, daß bei Öffnung des Einblaseventils der Druckluftbrennstoffstrahl durch die genannten Leitungen Luft aus dem Verbrennungsraum ansaugt und wieder in Düsen zurücktreibt. Schw. P. Nr. 70 678.

Es ist bekannt, Verbrennungskraftmaschinen dadurch zu regeln, daß sowohl der Hub als auch die Eröffnungsdauer des Einspritzventils geändert wird. Um nun eine solche Regelung bei Maschinen zu erzielen, bei denen der das Anheben des Ventils bewirkende Nocken auf einer Exzenterstange sitzt, die an einem Drehpunkt einer Schwinge angelenkt ist, und dabei den Zeitpunkt der Ventileröffnung stets gleich zu halten, verwendet Hugo Junkers in Aachen die aus der Abb. 10 und 10a zu entnehmende Steuerung. Der Steuernocken 10 sitzt auf der Exzenterstange 11, die vom Exzenter 13 der Steuerwelle 12 angetrieben wird.

Abb. 10.

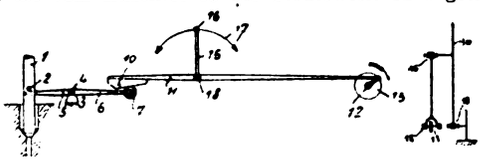


Abb. 10a.

Der Nocken 10 betätigt durch Vermittlung des Doppelhebels 5, 6 das Brennstoffventil 1. Die Exzenterstange 11 ist im Punkte 16 an einer Schwinge 15 aufgehängt. Zur Regelung der Brennstoffeinspritzung wird der Aufhängepunkt 16 auf einem Kreisbogen verstellt, dessen Mittelpunkt 18' mit dem Gelenkpunkt 18 zwischen Exzenterstange 11 und Schwinge 15 zusammenfällt, und zwar in dem Augenblicke, in dem gerade das Anheben des Ventils durch die Steuerung beginnt. Da bei dieser Verstellung des Aufhängepunktes 16 die gegenseitige Lage der Steuerungsteile 13, 11, 10, 5, 6 nicht geändert wird, so wird auch der Zeitpunkt der Ventileröffnung nicht geändert. Ö. P. Nr. 69 962.

Wird die soeben beschriebene Steuerung auch für den Rückwärtsgang der Maschine verwendet, so wird das Anheben des Ventils wohl auch bei derselben Kolbenstellung wie bei Vorwärtslauf stattfinden; das Gesetz, nach dem die Ventileröffnung verläuft, ändert sich aber. Es wird zum Beispiel das meist angestrebte und bei Vorwärtsgang erzielte langsame Eröffnen und rasche Schließen bei Rückwärtsgang nicht eintreten, was den Arbeitsgang ungünstig beeinflußt. Nach einem Zusatzpatent ändert daher der Erfinder die Steuerung für umsteuerbare Maschinen dahin ab, daß zwei von gesonderten Exzentern betätigte Steuerstangen mit Nocken nebeneinander angeordnet werden; die Aufhängepunkte der zugehörigen Schwingen werden auf einem gemeinsamen Kreis derart verstellt, daß bei Vorwärtsgang die eine, bei Rückwärtsgang die andere Steuerstange das Einspritzventil betätigt. Ö. P. Nr. 69 963.

Um bei Regelung des Hubes des Einspritzventils jeden Rückdruck auf den Regler zu vermeiden, regelt die Daimler-Motoren-Gesellschaft in Unterbürtsheim den Öffnungshub der Ventilnadel durch ein vom Regler durch Drehung um eine Achse verstellbares Anschlagstück mit kurvenförmiger Begrenzung. Der Ventilhebel wirkt nicht unmittelbar auf die federnd auf ihren Sitz gedrückte Ventilnadel, sondern unter Zwischenschaltung einer Feder, die stärker ist als die Ventilfeder, so daß bei Eröffnung des Ventils zuerst nur die Ventilfeder und erst nach erfolgtem Anschlag die zweite Feder zusammengedrückt wird. Schw. P. Nr. 72 549.

Da bei geringer Maschinenbelastung die einzelnen Teile der Maschine weniger heiß sind, treten infolge ungenügender Verdampfung des Brennstoffes Betriebsstörungen ein. Erik Anton Rundlöf in Stocksund (Schweden) vermeidet sie dadurch, daß er bei kleinen Belastungen den Brennstoffstrahl durch einen Luft- oder Dampfstrahl von seiner normalen Richtung gegen die heißesten Teile der Verbrennungskammer ablenkt. Ö. P. N. 72 927.

Die Firma Gebr. Päglow in Hamburg regelt den Verlauf der Verbrennung dadurch, daß sie den Beginn der Brennstoffeinspritzung bei gleichbleibendem Schluß ändert. Zu diesem Zwecke ist der Drehpunkt des Hebels zur Betätigung des Tauchkolbens der Brennstoffpumpe verstellbar, wodurch ein vom Kolben mitgenommenes Überlaufventil früher oder später auf seinen Sitz gelangt und sonach der Förderhub früher oder später beginnt. D. R. P. Nr. 296 186.

Wird bei steigender oder fallender Belastung der Maschine der Hub der Brennstoffpumpe vergrößert oder verkleinert, so ändert sich auch der Zeitpunkt der Einspritzung. Um ihn gleichbleibend zu erhalten verstellt Carl Rudqwist in München gleichzeitig mit der Hubverstellung der Pumpe auch deren Antrieb derart, daß bei zunehmendem Hubvolumen der Kolbenhub später, bei abnehmendem Hubvolumen früher beginnt. D. R. P. Nr. 296 730.

Bei Dieselmaschinen muß während des ganzen Verbrennungsvorganges nur genau jene Brennstoffmenge eingespritzt werden, die zur Aufrechterhaltung des erwünschten Verbrennungsdruckes erforderlich ist. Bei unmittelbarer Einspritzung durch die Brennstoffpumpe ist die genaue Regelung dieser Brennstoffmenge infolge von Luftblasen schwierig. Georg Bechmann Stade in Stettin treibt daher vor jeder Verbrennungsperiode eine ausreichende Brennstoffmenge durch sämtliche vor dem Einspritzventil liegende Druckräume hindurch, zwecks Auffüllens von Hohlräumen und Austreibens von Luftkissen, wodurch die zwangläufige Nutzförderung gesichert wird. D. R. P. Nr. 297 793.

Der Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen mit schweren Brennstoffen hat den Nachteil, daß bei wechselnder Belastung der Brennstoff nicht immer zuverlässig arbeitet. Um trotz Anwendung nur einer Brennstoffpumpe während des Betriebes auf leichten Brennstoff übergehen zu können, wenn die Umdrehungszahl unter ein bestimmtes Maß sinkt, ordnet Carl Hartmann in Magdeburg zwischen Brennstoffpumpe und Zerstäuber zwei Leitungen an und schaltet in eine dieser Leitungen einen Behälter mit leicht zündendem Brennstoff ein. Bei sinkender Umdrehungszahl wird nun ein Dreiweghahn derart verstellt, daß die Pumpe den schweren Brennstoff statt unmittelbar in die Maschine in den genannten Behälter fördert und dadurch den leichten Brennstoff aus diesem verdrängt und dem Zerstäuber zuführt. D. R. P. Nr. 289 955.

Das Einspritzen einer kleinen Menge leichten Zündöls vor dem schweren Treiböl bewirken Friedrich August Haselwander in Karlsruhe und Dr. Alfred Silber in Offenburg i. B. durch eine einzige, ohne Druckventil ausgeführte Pumpe in folgender Weise: Die mit einem Rückschlagventil und einem gesteuerten Ventil ausgerüstete Zündölleitung mündet in eine Ringnut im vorderen Teile des Brennstoffventils. Hinter der Ringnut sind schraubenförmige Nuten für das Treiböl angeordnet. Zu Beginn des Saughubes der Brennstoffpumpe ist das gesteuerte Ventil in der Zündölleitung geschlossen, die Pumpe saugt schweren Brennstoff an. Gegen Ende seines Hubes öffnet der Pumpenkolben das genannte Ventil, das federbelastete Saugventil schließt sich und es wird durch die Druckleitung der Pumpe und die Nuten des Einspritzventils aus der Zündölleitung leichter Brennstoff nachgesaugt, der die Ringnut füllt. Beim Druckhub drückt das Treiböl auf einen Kolben des Einspritzventils, öffnet dieses und treibt das vorgelagerte Zündöl vor dem Treiböl in den Verbrennungsraum. Die Menge des Zündöls wird durch Änderung des Öffnungszeitpunktes des gesteuerten Ventils in der Zündölleitung geregelt. D. R. P. Nr. 293 142.

Um beim Betriebe von Dieselmaschinen den verschiedenen Verhältnissen beim Anlassen, bei starker und schwacher Belastung in vollkommener Weise Rechnung zu tragen, benützt die Gasmotoren-Fabrik Deutz in Cöln-Deutz die in Abb. 11 dargestellte Steuerungs- und Regelungsvorrichtung. Die Treibölpumpe *a* und Zündölpumpe *b* werden geregelt durch die während eines Teiles des Druckhubes geöffneten Überlaufventile *c* und *d*, die von der Welle *m* aus durch entsprechende Gestänge gesteuert werden. Durch den Handhebel *J* wird ein Nocken *r*, *r'* verstellt, der beide Steuerungen beeinflußt; gleichzeitig wird die Steuerung des Anlaßdruckventiles *s* und des Brennstoffeinspritzventiles *t* ein- und ausgeschaltet. In der Stellung *I* des Handhebels *J* ist die Steuerung des Einspritzventiles aus-, die des Druckluft-anlaßventiles *s* eingeschaltet und der Nocken *r*, *r'* derart eingestellt, daß die Überstromventile *c* und *d* beider Pumpen ständig offen gehalten werden, somit weder Treiböl noch Zündöl gefördert wird. In der Stellung *II* ist das Druckluftventil *s* aus-, das Einspritzventil *t* eingeschaltet; das Überströmventil *d* der Zündölpumpe ist nur kurze Zeit während des Druckhubes geöffnet, die größte Menge Zündöl wird gefördert; die Treibölpumpe ist weiter ausgeschaltet durch ständiges Offenhalten von *c*. Beim normalen Betrieb wird der Hebel *J* in die Stellung *III* gebracht, Druckluftventil bleibt aus-, Brennstoffventil eingeschaltet; die Treibölpumpe *a* ist eingeschaltet und steht unter der Wirkung des Fliehkraftreglers *e* die Zündölpumpe *b* liefert nur geringe Zündölmengen.

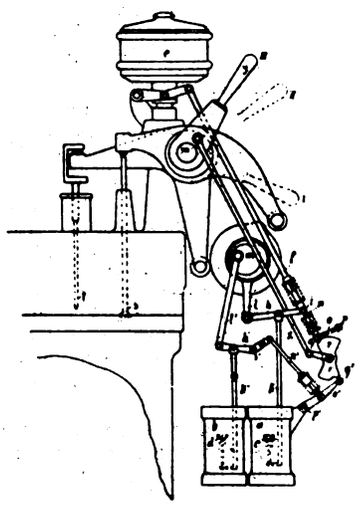


Abb. 11.

D. R. P. Nr. 289 924.

Elektrische Anlasser.

Wirkt der elektrische Anlaßmotor während des normalen Betriebes als Dynamomaschine, die den Strom in einen Akkumulator abgibt, der beim Anlassen wieder zum Speisen des Elektromotors dient, so muß das Übersetzungsgetriebe zwischen Anlaßmotor und Verbrennungskraftmaschine derart ausgebildet sein, daß beim Andrehen der Maschine durch den Elektromotor die Drehgeschwindigkeit vermindert wird, während beim Antrieb der elektrischen Maschine durch die Verbrennungskraftmaschine keine Geschwindigkeitsverminderung erfolgt. Zu diesem Zwecke ist nach der Jones Electric Starter Co. in

Digitized by Google

Chicago an der einen Welle ein Halter für Planetenräder befestigt, die mit einem Zahnrad auf der zweiten Welle und mit einem am Gehäuse befestigten Zahnkranz in Eingriff stehen, der in einer Richtung frei drehbar, in der andern Richtung dagegen gegen Drehung gesichert ist. Zwischen beiden Wellen sind Reibungsscheiben eingeschaltet, die entsprechend der Drehgeschwindigkeit der Wellen durch die Fliehkraft von Schwungkörpern gegen einander gepreßt werden. Ö. P. Nr. 69 173.

Nach einer Erfindung des Charles Franklin Kettering und William Albert Chryst in Dayton (Ver. St. v. A.) wird bei einer Maschine, deren elektrischer Anlaßmotor während des normalen Betriebes als Generator wirkt, die Zündsteuerung der Verbrennungskraftmaschine an die elektrische Maschine angebaut und erhält ihren Antrieb von derselben Vorrichtung aus, die zum Antrieb der elektrischen Maschine als Generator dient, so daß ein gesonderter Antrieb für die Zündsteuerung entfällt. Ö. P. Nr. 72 528.

Wird die Welle der elektrischen Anlaßmaschine mit der anzutreibenden Welle dadurch in Eingriff gebracht, daß ein Zahnrad auf der Antriebswelle verschoben wird, so kann dieses mit dem anzutreibenden Zahnrad nur dann ohne Schwierigkeit zum Eingriff gebracht werden, wenn ein Zahn des einen Rades auf eine Lücke des andern kommt. Die Eisemann-Werke A.-G. in Stuttgart erleichtert dieses Einschalten dadurch, daß bei der anfänglichen Drehung der Welle des Anlaßelektromotors eine durch eine Hemmung gegen Drehung gesicherte Muffe auf seiner Welle durch Schraubenwirkung verschoben wird. Auf dieser Muffe sitzt verschiebbar das einzurückende Zahnrad. Stoßt bei der Verschiebung der Muffe das mitgenommene Zahnrad gegen die Zähne des andern, so bleibt es entgegen der Wirkung einer Feder zurück, bis die Muffe mit einem Anschlag auf der Ankerwelle in Berührung kommt und eine starre Verbindung zwischen Welle und Muffe eintritt. Nun dreht sich die Muffe mit den Zahnrad, seine Zähne gelangen vor die Zahnlücken des andern Rades und die gespannte Feder schiebt beide Räder in die Eingriffslage. D. R. P. Nr. 296 061.

Um das auf der Ankerwelle des Anwurfelektromotors verschiebbare Ritzel möglichst klein und dadurch das Übersetzungsverhältnis möglichst groß zu halten, sitzt das Anwurfritzel nach Lionel Wolffsohn in Hoboken (Ver. St. v. A.) auf der Ankerwelle frei verdreh- und verschiebbar. Der lose drehbare Teil einer auf der Welle des Elektromotors sitzenden Freilaufkupplung greift mit einer Innenverzahnung in die Außenverzahnung des Ritzels. Soll der Elektromotor die Verbrennungskraftmaschine andrehen, so kommt der Freilauf in Wirkung, sein loser Teil dreht sich mit der Ankerwelle und nimmt durch seine Innenverzahnung das Ritzel mit, das mit einer Verzahnung am Schwungrad der Maschine in Eingriff steht. D. R. P. Nr. 296 165.

Ein selbsttätiges, dabei aber rasches und sicheres Ein- und Ausschalten des vom Anlaßelektromotor angetriebenen Teiles bezweckt eine Erfindung der Firma Friedrich Weichmann's Wwe. in Wien. Auf der Welle des Elektromotors sitzt ein Zahnrad *c* (Abb. 12), das mit einem Zahnrad *l* in Eingriff steht, das mit einem zweiten Zahnrad *m* verbunden ist, das wieder mit dem Zahnrad *n* auf der Welle der anzutreibenden Maschine kämmt. Der Bolzen *f* um den sich die Räder *l* und *m* drehen, wird von einem Hebel *e* getragen, der um die Welle des Anlaßmotors verschwenkbar ist. Er wird von einer Feder *p* stets so beeinflußt, daß die Räder *m* und *n* außer Eingriff zu gelangen trachten. Das zweite Ende des Hebels *e* ist als Anker eines Elektromagneten *h* ausgebildet, der mit dem Elektromotor in Serie geschaltet ist. Wird beim Anlassen der Stromkreis des Elektromotors geschlossen, so wird auch der Elektromagnet *h* erregt und der Anker *g* angezogen, wodurch die Zahnräder *m* und *n* in Eingriff kommen und das Andrehen bewerkstelligen. Hiebei ist der Drehsinn des Elektromotors derart gewählt, daß der zwischen den beiden Zahnrädern *m* und *n* auftretende Zahndruck die Wirkung des Elektromagneten *h* und somit das Anliegen der beiden Räder unterstützt. Ist die Maschine angedreht, so wird nunmehr der Elektromotor von der Verbrennungskraftmaschine angetrieben und die Stromstärke im Anker des Elektromotors und auch des Elektromagneten sinkt und der Anker *g* wird losgelassen, so daß die Feder *p* die Räder *m*, *n* voneinander trennt. Da sich nun auch die Richtung des Zahndruckes geändert hat, so unterstützt er die Wirkung der Feder *p*.
Ö. P. Nr. 71 266.

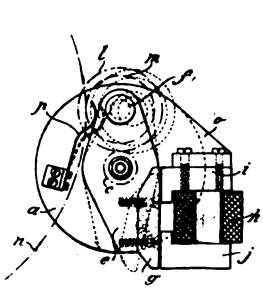


Abb. 12.

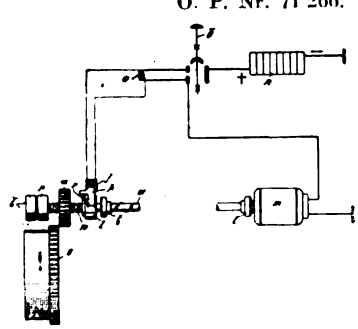


Abb. 13.

Eine elektromagnetisch betätigte Ein- und Ausschaltvorrichtung für das Antriebszahnrad *a* zeigt die Abb. 13, eine Erfindung der Eisemann-Werke A.-G. in Stuttgart. Der Elektromotor *m* treibt unter Zwischenschaltung von Kupplungen *t* die Welle *w*, auf der verschieb- und verdrehbar das Rad *a* sitzt. In der Ruhestellung ist es durch federnde Anschläge oder dgl. mit den auf der Welle *w* festsitzenden Teil *l* gekuppelt, so daß ein unbeabsichtigtes Verschieben vermieden ist. Soll die Verbrennungskraftmaschine angelassen werden, so wird zunächst der Betriebsstrom über den Anlaßwiderstand *o* zum Motor geleitet. In Parallelschaltung zum Widerstand *o* befindet sich eine Magnetspule *f*, die den Anker *h* derart verstellt, daß er in Eingriff mit der Verzahnung von *a* gelangt und daher dieses Rad am Mitdrehen verhindert. Es schraubt sich daher längs der Welle *w* weiter, bis es in Eingriff mit dem anzudrehenden Zahnrad *s* kommt. Nun wird Schalter *b* weiter nach abwärts gedrückt, der Anlaßwiderstand *o* ausgeschaltet und *s* angedreht. Ist die Maschine angesprungen, so dreht sich *s* rascher als *a* und dieses schraubt sich zurück nach rechts, bis es durch die Anschläge wieder mit *l* gekuppelt ist und sich mit *w* dreht, woran es durch Anker *h* nicht gehindert ist D. R. P. Nr. 296 274.

Um den Stromverbrauch beim Anlassen herabzusetzen, verwendet Edward Vassallo Hartford in Jersey City (Ver. St. v. A.) einen Anlaßelektromotor, dessen Stärke zum Anlassen nicht ausreichen würde, der aber mit einem als Kraft-Akkumulator wirkenden Schwungrad verbunden ist. Die Ankerwelle des Anlaßmotors ist mit einer Zwischenwelle durch ein Getriebe verbunden, in das eine federnde Reibungskupplung eingeschaltet ist, die bei Rückschlägen infolge Frühzündungen in der Verbrennungskraftmaschine eine Verletzung der einzelnen Teile hintanhält. Von der Zwischenwelle wird die Drehung auf die Hauptwelle durch ein zweites Getriebe mit eingeschalteter Freilaufkupplung übertragen, die die Hauptwelle nur mitnimmt, wenn deren Geschwindigkeit kleiner ist als die des Freilaufzahnrades. Die Auslaßventile der Verbrennungskraftmaschine werden beim Andrehen durch ein Hebelwerk geöffnet, um den Verdichtungsdruck und dadurch den Andrehwiderstand herabzumindern Mit diesem Hebewerk ist nun ein Schalter derart verbunden, daß bei Öffnung der Auslaßventile der Stromkreis des Anlaßelektromotors eingeschaltet und durch die Einstellung der Auspuffventile auf normale Betätigung nach erfolgtem Andrehen der Stromkreis wieder unterbrochen wird. Ö. P. Nr. 72 773.

Eine Vorrichtung zur Ankupplung des die Verbrennungskraftmaschine mit Übersetzung antreibenden Elektromotors, bei der die Kupplung mittels des Stromschalthebels erst erfolgt, wenn die Schwungmasse des Elektromotors ein für das Durchziehen der anzudrehenden Welle genügendes Drehmoment erlangt hat, betrifft eine weitere Erfindung desselben Erfinders Das Einrücken der Kupplung zwischen dem Übersetzungsgetriebe und der Schwungradwelle wird bis zum vollen Anlauf des Elektromotors verzögert, indem der Stromschalthebel an einem gefederten drehbaren Winkelhebel angreift, der durch ein Ausschwingen gegen das Einrückorgan der Kupplung erst wirksam wird, wenn der beim Eindringen des Schaltmessers zwischen die Kontaktbacken auftretende Widerstand überwunden ist, so daß in der Zwischenzeit der Elektromotor mit seiner Schwungmasse volle Geschwindigkeit hat annehmen können. D. R. P. Nr. 291 482

(Schluß folgt.)

Berichtigung.

Im Aufsatz von Ing. A. Lang „Das Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetallen“ sind einige Druckfehler zu verzeichnen:

Seite 44, 2. Spalte, 12. Zeile von unten: statt $\overline{AB}$ soll heißen $\overline{A\,B_1}$
„ 44, 2. „ 5. „ „ „ „ $\overline{C_2\,A}$ „ „ $\overline{C_1\,A}$
„ 45, 1. „ 1. „ „ oben „ $\overline{C_1\,A}$ „ „ $\overline{C_2\,A}$
„ 45, 1. „ 7. „ „ unten „ u „ „ u

Vereins-Nachrichten.

Chronik des Vereines.

14. Jänner 1918. Sitzung des Spezialkomitees für Elektrizitätsgesetzgebung und Elektrizitätsversorgung. Vorsitzender: Obmann Herr Hofrat Prof. Schlenk. Tagesordnung: Besprechung betr. den Elektrizitätsgesetzentwurf.

15. Jänner 1918. Ausschußsitzung. Vorsitzender: Präsident Herr Direktor v. Sääf. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolles der Ausschußsitzung vom 4. Dezember 1917. 2. Einlauf 3. Besprechung in Angelegenheit des Elektrizitätsgesetzentwurfes. 4. Verschiedenes. 5. Aufnahme neuer Mitglieder.

16. Jänner 1918. Sitzung des Komitees für technische Angelegenheiten. Vorsitzender: Obmann Herr Hofrat Prof. Schlenk. Tagesordnung: Besprechung wegen Verfassung eines Entwurfes über ein neues Dampfkesselgesetz.

Vorträge.

Elektrotechnischer Verein in Wien und Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie.

Vortragszyklus zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Mittwoch den 6. März 1918, **halb 7 Uhr abends:** Im Festsaale des niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 11. Vortrag des Herrn Ingenieur Ladislaus v. Verebely über: „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien“ (mit Lichtbildern).

Mittwoch den 13. März 1918, **halb 7 Uhr abends:** Im kleinen Saale des Industriehauses, III, Schwarzenbergplatz. Vortrag des Herrn Ministerialrates Ing. Gustav Seeliger über: „Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters“.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
10. März 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 10.
36. Jahrgang.

INHALT:

Über die Elektrifizierung der Bahnen in Österreich. Von K. Hochenegg 113

Die elektrische Zugförderung auf der Puget-Sound-Strecke der Chicago-Milwaukee-St. Paulbahn. Von Dr.-Ing. E. B. Seefehlner 115

Rundschau 122
Vereinsnachrichten 123

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Über die Elektrifizierung der Bahnen in Österreich.

Von K. Hochenegg, Wien*).

Schon lange vor dem Kriege war der elektrische Vollbahnbetrieb so weit durchgebildet, daß an dessen Einführung in ausgiebigem Maße hätte geschritten werden können und es fehlte keineswegs an Anregungen gegenüber der Regierung in dieser Hinsicht anderen Ländern vorauszueilen und besonders den großen Reichtum der österreichischen Alpenländer an Wasserkräften für elektrischen Vollbahnbetrieb zu verwerten.

Durch eine umfangreiche Denkschrift, die vor kurzem unter dem Titel: „Mitteilungen über die Studien und vorbereitenden Maßnahmen der österreichischen Staatseisenbahnverwaltung zur Ausnutzung der Wasserkräfte und zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen" erschienen ist**), erfahren wir, wieso es kam, daß bis heute noch keine der Vollbahnlinien auf elektrischen Betrieb übergegangen ist, obwohl der Staatseisenbahnrat an das k. u. k. Eisenbahnministerium bereits im Jahre 1910 die Aufforderung richtete:

1. Die zur Einführung der elektrischen Traktion notwendigen Studien und Vorarbeiten fortzusetzen, auf ein größeres zusammenhängendes Bahngebiet und so weit als möglich auf das gesamte Bahnnetz zu erweitern, sie baldmöglichst zu vollenden und hiebei auch auf die Elektrifizierung von geeigneten Strecken nicht nur aus Wasserkraftzentralen, sondern auch aus Wärmekraftzentralen, insbesondere in der Nähe der natürlichen Brennstoffquellen Bedacht zu nehmen. Auch ist hiebei die Ausnützung der Wasserkräfte bei Flußregulierungen und Talsperrenbauten in Betracht zu ziehen.

2. Im Einvernehmen mit dem Finanzministerium die Arbeiten zur faktischen Durchführung der elektrischen Traktion auf der Linie Triest—Opcina, auf der Arlberglinie und auf der Linie Steinach-Irdning—Attnang-Puchheim unverzüglich in Angriff zu nehmen, sowie sich mit der Elektrifizierung der Fortsetzungsstrecke Steinach—Irdning—Selztal und der Linien Bozen—Meran und Meran—Mals zu beschäftigen.

3. Im Interesse der Hebung der gesamten Volkswirtschaft bei der Anlage und Auswahl der Wasserkräfte auf die Beschaffung billiger motorischer Kräfte für Gewerbe, Industrie, Land- und Forstwirtschaft bedacht zu sein, und auf den privaten Unternehmungsgeist billige Rücksicht zu nehmen.

Diese Aufforderung wurde bis heute nur insoweit erfüllt, als technische und sonstige Vorarbeiten — deren Wert gewiß nicht in Zweifel gezogen werden soll — geleistet wurden. Zu einer Ausführung ist es aber leider nicht gekommen.

Dies ist umso unbegreiflicher, als in dem Bericht erwähnt ist, daß das Kriegsministerium seinerzeit der Elektrifizierung der Strecke Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim bedingungslos zugestimmt und sich ferner mit der Einleitung eines elektrischen Probebetriebes auf der Linie Innsbruck—Lindau unter gewißen Bedingungen einverstanden erklärt hat, und als ferner im Jahre 1912 seitens der Regierung im Staatseisenbahnrate die Erklärung abgegeben wurde, daß die Vorbereitungen hinsichtlich der Linie Stainach-Irdning—Attnang-Puchheim unmittelbar vor dem Abschlusse stehen.

Der Bericht teilt ferner mit, daß bezüglich der Linie Steinach-Irdning—Attnang-Puchheim durch Sicherstellung der Stromlieferung aus den Gosauwerken schon im Jahre 1909 günstige Vorbedingungen für die Einführung des elektrischen Betriebes geschaffen waren, daß der Landtag in Oberösterreich der Elektrifizierung dieser Bahn großes Interesse entgegenbrachte und den Landesausschuß ermächtigte, das erforderliche Baukapital zu beschaffen, während die Staatseisenbahnverwaltung lediglich die Kapitalsverzinsung und -tilgung aus den Betriebskostenersparnissen übernehmen sollte, also ein Kapitalsaufwand ihrerseits nicht erforderlich gewesen wäre, daß sogar die politische Begehung des Projektes für die elektrische Streckenausrüstung im Frühjahre 1912 durchgeführt worden ist, daß aber auch hier trotz aller dieser geradezu unübertrefflich günstigen Umstände der letzte Schritt zur Tat unterblieben ist.

Über den Grund dieser beklagenswerten Unterlassung wird im Bericht nun folgendes mitgeteilt:

„Die zur Sicherstellung des Projektes notwendigen Verhandlungen der in Betracht kommenden Faktoren stießen jedoch im weiteren Verlaufe auf Schwierigkeiten und mußten schließlich im Jahre 1912 angesichts der mittlerweile eingetretenen Verschlechterung der Geld- und Kreditverhältnisse vorläufig abgebrochen und einem günstigeren Zeitpunkte vorbehalten werden."

Wer diese hier „in Betracht kommenden Faktoren" gewesen sind, ob sie im Eisenbahnministerium oder im Finanzministerium zu suchen sind, teilt der Bericht leider nicht mit, ebenso unterläßt er, zu sagen, welcher Art die „Schwierigkeiten" waren, die den Abschluß verhindert haben.

Ebenso ergebnislos waren bisher die Arbeiten bezüglich der Arlberglinie. Über diese wird berichtet:

„Das hiebei zu Tag getretene günstige wirtschaftliche Ergebnis führte dazu, die Studien auch auf die Strecke Innsbruck—Landeck auszudehnen, wobei sich ergab, daß auch diese Linie vom ökonomischen Standpunkte für die Einführung des elektrischen Betriebes vollkommen geeignet wäre.

*) Vortrag, gehalten am 23. Jänner 1918 als Einleitung der vom Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie gemeinsam mit dem Elektrotechnischen Verein in Wien veranstalteten Vortragsreihe zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Vgl. Vereinsnachrichten von Seite 123 d. H.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 20.

Digitized by Google

Die Schwierigkeiten des gegenwärtigen Dampfbetriebes im Arlbergtunnel, die relativ große Verkehrsleistung, die hohen Brennstoffkosten (wegen der beträchtlichen Entfernung von den Kohlenrevieren) und das Vorhandensein mehrerer, durchaus geeigneter Wasserkräfte lassen die Arlbergstrecke für die Einführung des elektrischen Betriebes nicht nur vom technischen, sondern auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus prädestiniert erscheinen."

Die im Jahre 1913 von mehreren großen elektrotechnischen Firmen Österreichs in Aussicht gestellten Angebote wegen Übernahme der Elektrifizierung der Arlberglinie unterblieben zufolge des Krieges. Vor kurzem sind aber, wie der Bericht mitteilt, „die auf die Einführung der elektrischen Traktion auf der Arlbergstrecke abzielenden Angebote seitens der privaten Unternehmungen wieder aufgegriffen worden, ohne daß jedoch bisher in Hinblick auf die ungeklärten Verhältnisse, namentlich hinsichtlich der Preise und der Beschaffungsmöglichkeit aller in Betracht kommenden Materialien eine eingehendere Behandlung dieser Angelegenheit möglich gewesen wäre. Hingegen sind die Maßnahmen wegen Sicherstellung der zum Betrieb der Arlbergstrecke erforderlichen Wasserkräfte durch Verhandlungen mit einer großen österreichischen Bauunternehmung wesentlich gefördert worden".

Der Krieg hat gelehrt, wie schädlich eine solche Behandlungsweise dieser vom volkswirtschaftlichen Standpunkte so wichtigen Projekte war und darüber Aufschluß erteilt, daß überhaupt die Frage der Elektrifizierung der Vollbahnen von einem weit höheren Standpunkte zu betrachten wäre, als dies bisher geschehen ist, daß schon der Transport der für die Vollbahnlinien erforderlichen Kohle eine schwere Belastung einzelner Linien bedeutet, durch welche deren Leistungsfähigkeit im Kriegsfalle außerordentlich beeinträchtigt wird und daß es daher von besonderem Vorteil wäre, gerade die im Südwesten der Monarchie liegenden Alpenbahnen mit elektrischem Betriebe zu versehen.

Trotzdem die norditalienischen elektrisch betriebenen Linien in keiner besonderen Weise gegen feindliche Angriffe geschützt waren, ist es uns, soviel ich erfahren konnte, nicht gelungen, auch nur e i n e derselben durch Flieger zum Stillstande zu bringen. Dagegen sind zahllose feindliche wie eigene Bahnlinien durch Kohlenmangel zur Untätigkeit gezwungen worden. Wohl wird das Flugwesen im Laufe der Zeit einen Aufschwung nehmen, den wir heute noch gar nicht ahnen, es wird aber zugleich auch die Abwehr gegen feindliche Flugapparate durch eigene Flieger und durch sonstige Einrichtungen mit der Ausbildung des Flugwesens derart vervollkommnet werden, daß der zu erwartende Aufschwung mindestens ausgeglichen werden dürfte.

Nach den Erfahrungen des Weltkrieges erscheint die vorhin mitgeteilte vom Staatseisenbahnrate im Jahre 1910 an die Regierung gerichtete Forderung: „die Studien und Vorarbeiten wegen elektrischer Traktion auf ein größeres zusammenhängendes Bahngebiet und soweit als möglich auf das gesamte Bahnnetz zu erweitern und dabei auch auf die Elektrifizierung von Strecken Bedacht zu nehmen, die aus Wärmekraftzentralen versorgt werden könnten", keineswegs aussichtslos, sondern im Gegenteile durchaus berechtigt.

Betrachtet man nämlich die Lage der derzeit in Behandlung stehenden Großkraftwerke: Marburg, Klein-Reifling, Wallsee, Znaim, Rossitz so erkennt man, daß dieselben ungefähr in der Nähe eines Halbkreises von 150 km Halbmesser liegen, dessen Mittelpunkt Wien ist, der westlich Wiens von Süden nach Norden verläuft und die Städte: Graz, Klein-Reifling, Linz, Budweis, Iglau und Prerau berührt.

Es wäre daher gar nicht ausgeschlossen, außer den Alpenbahnen, wie in dem Plane (Abb. 1) angedeutet, auch noch einen erheblichen Teil der von dem oben erwähnten Halbkreise eingeschlossenen in Wien mündenden österreichischen Vollbahnlinien mit elektrischem Betrieb zu versehen, dadurch große wirtschaftliche Vorteile zu erreichen und durch das Zusammenwirken der so günstig verteilten Großkraftwerke mit den in Wien selbst und in Ebenfurth vorhandenen städtischen Elektrizitätswerken

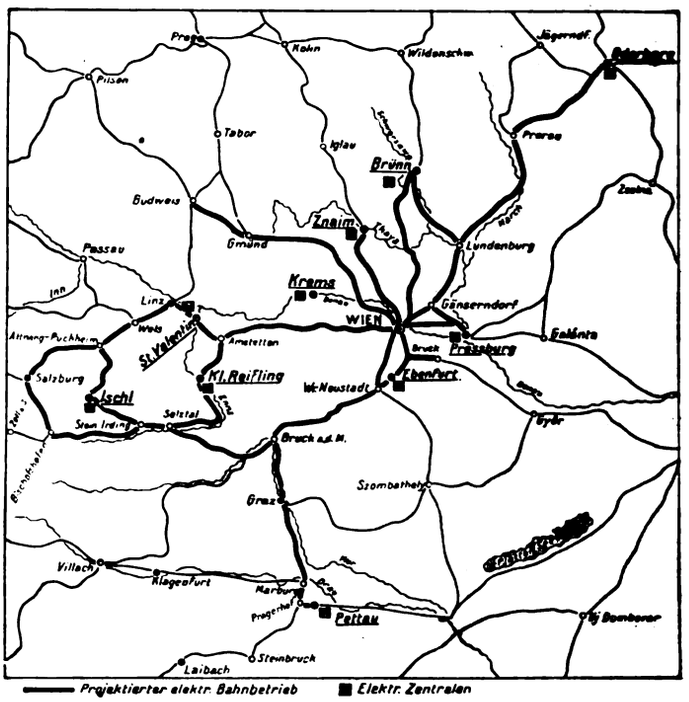


Abb. 1.

sowie eventuell mit den geplanten Donaukraftwerken in Wien und Preßburg auch eine durchaus genügende Sicherheit gegen etwaige Störungen dieses Netzes im Kriegsfalle zu erreichen. Bedenkt man nun, welch immense hygienische und sonstige Vorteile hieraus für Wien erwachsen würden und welche volkswirtschaftliche Bedeutung es hätte, wenn diese gegen Wien zu einander sich immer mehr nähernden Bahnlinien nicht nur Verkehrsstränge, sondern zugleich Energieadern wären und die an diesen Bahnlinien schon vorhandenen oder noch erstehenden industriellen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Betriebe billige elektrische Energie für Kraft, Licht und Wärme zugeführt erhalten könnten, so wird man erkennen, daß es sich hier in der Tat um ein Wirtschaftsproblem erster Ordnung handelt, das, wenn es richtig gelöst wird, einen Großteil der von dem Ministerpräsidenten seinerzeit entwickelten Verheißungen verwirklichen könnte. Um nun unseren Staatstechnikern Wind in die Segel zu blasen, und dadurch zur Überwindung der sich solchen weitzielenden Projekten gewiß auch trotz der Lehren des Krieges wieder entgegenstellenden Schwierigkeiten das unsere beizutragen, haben wir beschlossen, die Rückständigkeit Österreichs schonungslos aufzudecken und zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich in grellem Lichte zu zeigen, was in anderen Ländern, in welchen die Bedingungen lange nicht so günstig liegen wie bei uns, auf diesem Gebiete durch unentwegte zähe Ingenieurarbeit erreicht worden ist.

Die nun folgenden Vorträge sollen diesem Zwecke dienen.

Digitized by Google

Die elektrische Zugförderung auf der Puget-Sound-Strecke der Chicago-Milwaukee-St. Paulbahn*).

Von Dr.-Ing. E. E. Seefehlner.

Die „Kohle" ist in der österreichisch-ungarischen Monarchie im wahren Sinne des Wortes zu einem kostbaren und seltenen Gut geworden. Nicht etwa, weil die von der Natur geschenkten Vorräte erschöpft sind, sondern weil die Gewinnung und der Abtransport auf Schwierigkeiten stoßen. Diese bedauerliche Tatsache rechtfertigt die Bestrebungen derjenigen, die seit Jahr und Tag auf die Elektrifizierung der augenscheinlich geeigneten Vollbahnstrecken als ein wirksames Mittel der Sparsamkeit mit den kostbaren Kohlen hingearbeitet haben. Die Kohlennot rückt andererseits die Verantwortlichkeit derjenigen in den Vordergrund, denen jedes Argument, das gegen die neue Betriebsart ins Treffen geführt werden konnte, willkommen war. Diese Amtsstellen mögen sich vor Augen halten, welch weittragenden wirtschaftlichen Vorteil es hätte, wenn heute die österreichischen kohlenfressenden Gebirgsstrecken (Arlberg, Brenner, Semmering, Wiener Stadtbahn, Eisenerz-Vordernberg, Bahnhöfe in Wien) auf elektrischem Betrieb eingerichtet wären, sagen wir, selbst unter Benutzung solcher Systeme, die heute bereits veraltet sind. Sie müßten demjenigen maßgebenden Funktionär unserer Eisenbahnverwaltung beipflichten, der mit Bedauern festgestellt hat, daß die heutige schwierige Sachlage darauf zurückzuführen ist, daß man in diesem Belange leider viel zu viel „studiert" und — gar nichts „probiert" hat.

Es ist zu hoffen, daß der unwiderstehliche Zwang, der durch den Krieg geschaffenen Verhältnisse auch in dieser Hinsicht umsomehr Wandel schaffen wird, als die den Gegnern nur zu willkommene Behinderung von militärischer Seite kaum noch zu befürchten sein dürfte. In dieser Beziehung sei nur auf das eine Moment hingewiesen, daß nicht nur die Ersparnisse an Kohlen, sondern auch die Entlastung der Bahnen von den Kohlentransporten unbestritten als hervorragendes Interesse der Landesverteidigung ebenso erkannt und anerkannt wird, wie die Aufrechterhaltung des Wirtschaftslebens im Hinterlande. Es ist weiters Tatsache, daß die elektrische Kraftübertragung und Zugförderung sogar direkt an der Front gewünscht wird und Eingang gefunden hat, worüber erst später Vieles zu berichten sein wird.

Bei dieser Sachlage ist es für jedermann, der sich beruflich und aus Überzeugung mit der Frage der elektrischen Zugförderung zu befassen hat — unbeschadet der bisherigen so gut wie vergeblichen Bemühungen — eine patriotische Pflicht, jede sich bietende Gelegenheit zu ergreifen, um auf die weittragende volkswirtschaftliche Wichtigkeit der elektrischen Zugförderung hinzuweisen.

Die Heranführung von Tatsachen und Beispielen dürfte ein wirksames Mittel der Propaganda sein.

Dieser Gedankengang gab mir Veranlassung, einen möglichst großen Kreis von Fachgenossen mit der gewaltigsten Schöpfung auf dem Gebiete der elektrischen Zugförderung, den Einrichtungen der Puget—Soundlinie der Chicago—Milwaukee- und St. Paulbahn bekanntzumachen in der sicheren Annahme, daß sich der Beweiskraft bestehender Tatsachen, namentlich unter dem Eindruck der bestehenden Schwierigkeiten der Kohlenknappheit niemand entziehen kann und zwar umsoweniger, als es sich hier um eine Schöpfung privater Unternehmungslust handelt. Dieser kann man natürlich nicht zumuten, die elektrische Zugförderung etwa aus Begeisterung für eine schöne technische Lösung und ohne materiellen Vorteil gewählt zu haben.

*) Vortrag, gehalten am 23. Jänner 1918 in der vom Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie gemeinsam mit dem Elektrotechnischen Verein in Wien veranstalteten Vortragsreihe zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich.

Vgl. E. u. M. 1914, Seite 274; 1915, Seiten 37, 490; 1916, Seite 170.

Die Chicago—Milwaukee- und St. Paulbahn.

Das Netz der Chicago—Milwaukee—St. Paulbahn hat eine Ausdehnung von rund 15 600 km. Die Hauptlinien führen von Chicago nach Omaha, Kansas City, von Milwaukee nach Rapid City, Washington-Springs und St. Paul. Die letztere Hauptbahnlinie, die „Puget-Sound-Linie" bildet eine selbständige transkontinentale Verbindung und zwar die kürzeste zwischen Chicago und dem Stillen Ozean, bezw. den Städten Seattle und Tacoma. Diese Linie konkurrenziert demnach die Nord-Pacificbahn, mit welcher sie in der Teilstrecke Three Forks—Avery auch eine nahezu identische Trasse aufweist. Der ausschließliche elektrische Betrieb ist auf der Teilstrecke Harlowton—Deer Lodge, 365 km Betriebslänge, nach einer fünfmonatlichen Übergangszeit mit gemischtem Betrieb im April 1916 eröffnet worden. Anschließend ist die elektrische Einrichtung für eine weitere Strecke gegen Osten bis Avery, Idaho, von etwa 350 km Länge in Angriff genommen worden, so daß die Ausdehnung der elektrisierten Strecke im Jahre 1917 eine Länge von 715 km erreicht haben wird.

Dieses Elektrifizierungsunternehmen ist selbst für amerikanische Verhältnisse großartig und, wie die Amerikaner stolz verzeichnen, sogar das größte derartige Unternehmen der Welt. Die Länge der elektrisch ausgerüsteten Geleise ist größer als die Entfernung zwischen New-York nach Buffalo oder von Boston nach Washington, bezw. um uns eines näher liegenden Entfernungsmaßes zu bedienen, größer als die Entfernung Wien—Bern (982 km). Die Bahngesellschaft begnügt sich aber mit diesem Ausbau nicht, sie plant vielmehr, die ganze Hauptstrecke von Harlowton bis zur Küste des Stillen Ozeans mit einer gesamten Betriebslänge von 1300 km auf elektrischen Betrieb einzurichten, etwa Bludenz—Wien—Budapest—Predeal.

Das Interesse an dieser großzügigen Unternehmung steigert einerseits die Tatsache, daß die Bahn ein außerordentlich schwieriges Terrain durchfährt, und daß andererseits auf die elektrische Zugförderung — zum Unterschied zu anderen Elektrisierungen, für welche ein technischer Zwang bestand — lediglich aus Gründen der Erzielung einer höheren Wirtschaftlichkeit übergegangen wurde. Wie hoch die Verwaltung der Bahn diese Wirtschaftlichkeit bewertet, geht daraus hervor, daß Heizmaterial für den Dampfbetrieb im Bereiche der Bahnlinie zu vorteilhaften Bedingungen erhältlich, daher nicht mit hohen Frachtkosten belastet ist.

Die Bahngesellschaft ist ein auf Verdienst angewiesenes Privatunternehmen, von welchem verlangt wird, daß es das angelegte Kapital gut verzinst; dies bürgt dafür, daß sich der Beschluß der Verwaltung, die in Betracht kommenden enormen Kapitalien anzulegen, auf die Sicherheit des finanziellen Erfolges der Elektrifizierung stützt.

Es scheint, daß der private Unternehmungsgeist der Amerikaner die Anforderungen der Gegenwart und der Zukunft in diesem Belange auch ohne den Zwang des Krieges früher erkannt und erfaßt hat, als die europäischen Bahnverwaltungen, die im besten Falle erst am Beginn der Elektrifizierungsaktion der Vollbahnen stehen.

Digitized by Google

Hier sei eingefügt, daß uns die Amerikaner auch in bezug auf eine vernünftige und großzügige Stromerzeugung und Stromversorgung zuvorgekommen sind. Aus den Angaben weiter unten ist zu entnehmen, daß in Amerika ohne Zwang Großkraftwerke und Verteilungsnetze von solchem Umfang entstanden sind und in Betrieb stehen, wie wir sie jetzt erst zu schaffen hoffen und wollen und das auch wieder mit Hilfe der Staats- und Landesverwaltungen.

Anlageverhältnisse der Bahn.

Die Puget-Sound-Linie der Chicago—Milwaukee- und St. Paulbahn durchquert drei hohe Gebirgsstöcke und zwar die „Belt Mountains" in einer Seehöhe von 1760 m, das „Felsengebirge" in einer Seehöhe von 1940 m und die „Bitter Root-Kette" in einer Seehöhe von 1280 m, wobei Höhenunterschiede von 500, 546, 785 m zu überwinden sind. Die größte Steigung beträgt 20‰ und ist auf der Rampe zwischen Donald und Piedmont auf einer Strecke von 34 km vorherrschend. Die Westrampe in den „Belt"-bergen weist in einer Länge von 76 km eine 1%ige Steigung auf. Dem schwierigen Gelände entsprechend ist die Linie sehr kurvenreich, die schärfsten Bögen weisen einen Halbmesser von nur 175 m auf.

Längs der Strecke sind 36 Tunnels vorhanden; der größte ist 2·4 km lang.

Die Bahn ist eingeleisig, normalspurig und durch ausgedehnte Geleiseanlagen in den Bahnhöfen gekennzeichnet. Mit elektrischer Oberleitung werden 1050 km Geleise bei 710 km Betriebslänge ausgerüstet.

Zum Unterschied von europäischen Bahnen sind der Oberbau und alle Objekte so schwer gehalten, daß ein Achsdruck von 26 t zugelassen werden kann.

Die Geschwindigkeit für Personenzüge ist mit rund 100 km/h begrenzt.

Der Betrieb.

Es ist gebräuchlich, bei der Schilderung elektrischer Einrichtungen für die Zugförderung dem Laufe des Stromes von der Quelle bis zur Verbrauchsstelle zu folgen und am Schlusse die erzielbaren oder erzielten Betriebsergebnisse zu erörtern.

Ich will hier die geradezu begeisterte Schilderung der Betriebsverhältnisse, die aus berufener Quelle—C. A. Goodnow, der maßgebenden Persönlichkeit der Bahngesellschaft — herrühren, voransetzen, weil für die Beschreibung der Einrichtungen ein viel größeres Interesse zu erwarten ist, wenn die Größe und Tragweite der gestellten und mit Erfolg gelösten Aufgabe vorweg bekannt ist.

Der elektrische Betrieb war bis zur Zeit, bis zu welcher Berichte aus Amerika vorliegen, an der Ausdehnung von rund 365 km in Gänze an Stelle des Dampfbetriebes getreten. Es wurde möglich, die bei Dampfbetrieb bestandene Streckenunterteilung von Three-Forks auszulassen. Die elektrischen Lokomotiven laufen die ganze Strecke Harlowton—Deer Lodge sowohl mit Personen- wie mit Güterzügen durch, wobei die Mannschaft in Three-Forks etwa in der Mitte der Strecke wechselt.

Die Personenzugslokomotiven ziehen gewöhnlich Luxuszüge, bestehend aus 9 Stahlwagen mit 585 t, in beiden Richtungen, doch werden gegen Osten (steigt max. 17‰) 12 Wagenzüge mit 795 t Brutto, westwärts 10 Wagenzüge mit 660 t Brutto mit 32 bis 48 km/h befördert. Nur die schwereren Züge nehmen zwischen Piedmont und Donald (20‰) eine Hilfsmaschine.

Hiedurch wird gegenüber dem Dampfbetrieb wesentlich an Maschinen und Personal gespart, indem früher die Züge ostwärts schon mit 10 Wagen über die ganze Strecke mit zwei Dampflokomotiven fahren mußten.

Bei Dampfbetrieb wurden die 8 bis 9 Wagenzüge (520 t bis 585 t Brutto) in 17‰ mit 34 km/h, in 20‰ mit 29 km/h befördert.

Der elektrische Betrieb verspricht für die Zukunft eine bedeutende Kürzung der Fahrzeit. In der Strecke von Deer Lodge nach Butte, 69 km, konnte ein Zeitgewinn von etwa 30 min von der früheren Fahrzeit von 80 min erzielt werden.

Es wird bei fertigem Ausbau der elektrischen Einrichtung möglich sein, diese landschaftlich interessanteste Bahnstrecke der Vereinigten Staaten innerhalb 15 h, also innerhalb der Tageshelle zu durchqueren, ohne dabei von Rauch und Asche belästigt zu werden.

Die Lokalzüge zwischen Deer Lodge und Harlowtom werden von „halben Lokomotiven" zu je 136 t befördert.

Der Güterverkehr.

Der Güterverkehr überwiegt, indem täglich nur zwei „Transcontinental"-Luxuszüge in beiden Richtungen verkehren und außerdem je ein Lokalzug zwischen Deer Lodge und Harlowton.

Im Güterverkehr laufen täglich 4 bis 6 Züge in beiden Richtungen. Westwärts besteht die Fracht aus Handelswaren und Industrieerzeugnissen, gegen Osten werden Getreide, Bauholzerzeugnisse des Bergbaues befördert.

Zur Beförderung der Güterzüge über eine Betriebsstrecke von 185 km wurden früher 10 bis 12 h benötigt, das heißt die Güterzüge hatten eine Reisegeschwindigkeit von 15·5 bis 18·5 km/h; mit elektrischen Lokomotiven kann dieselbe Strecke in 7 bis 8 h zurückgelegt werden.

Das Zugsbrutto der Güterzüge ist auf den steilsten Rampen von 1540 auf 2270 t gesteigert worden und wird noch weiter auf 2700 t gesteigert werden, wobei außerdem eine Steigerung der Geschwindigkeit von 13 bis 14·5 auf 24 bis 26 km/h erzielt wurde.

In Strecken, wo die Steigungen unter 1% bleiben, werden Güterzüge, die bis aus 130 Wagen bestehen und ein Brutto von 3600 bis 4500 t führen, befördert. Zur Ausnützung dieser Zugslängen sind alle Bahnhöfe auf etwa 1600 m verlängert worden.

Der Betrieb mit den elektrischen Lokomotiven war vor Beginn an ein Erfolg und es ist nicht zuviel gesagt, wenn man behauptet, daß durch sie die Gebirgsrampen praktisch aus der Welt geschafft erscheinen. Wo es früher nötig war, eine große Zahl Hilfsmaschinen zur Beförderung der Personen- und Güterzüge bereitzuhalten, ist nur eine Schiebemaschine oder höchstens deren zwei für den stark angewachsenen Güterverkehr erforderlich. Der Personenverkehr wickelt sich überhaupt ohne Schiebemaschinen ab, bezw. können kurze Rampen ohne Schiebemaschine dadurch bewältigt werden, daß die Lokomotiven die Überlastung während 6 bis 7 h ohneweiters vertragen, indem das Triebgewicht im Verhältnis zur Zugkraft sehr reichlich bemessen ist.

Die Zugsbewegung ist so gleichförmig und es gibt so wenig Störungen, daß für die ganze Strecke von 365 km nur eine Dienststelle für die Leitung der Zugförderung nötig ist, wogegen früher zwei Gruppen mit je drei Zugförderungsvorständen beschäftigt waren.

Digitized by Google

Die steilen Rampen und scharfen Kurven verursachen dem Dampfbetrieb insbesondere im Winter bei den herrschenden Temperaturen von bis —40° C und schweren Schneefällen arge Hindernisse, woraus bei Dampfbetrieb oft Störungen entstanden sind. Im Gegensatz ist die Leistungsfähigkeit der elektrischen Lokomotive vom Wetter vollständig unabhängig und unbeeinflußt von der Unmöglichkeit, Kohle oder Wasser zu fassen.

Der Winter im Staate Montana 1915/16 wird lange in Erinnerung bleiben. Es gab lange Zeiträume, wo das Thermometer im Felsengebirge —40° C zeigte, wobei es beinahe unmöglich war, die Züge mit Dampflokomotiven zu befördern, wogegen die elektrischen Lokomotiven immer mit voller Zugkraft fahrbereit waren.

In manchen Fällen, wo Dampflokomotiven wegen der großen Kälte versagten (Dezember 1914, Jänner 1915 war noch gemischter Betrieb) blieben die Züge auf der Hauptstrecke liegen, bis sie von den elektrischen Lokomotiven ohne Schwierigkeit geholt wurden. Hiedurch wurde praktisch bewiesen, daß die Dampflokomotive im Winter die geringste, die elektrische Maschine dagegen die höchste Leistung abzugeben imstande ist.

Goodnow erzählt den bezeichnenden Fall. daß zwei Güterzüge mit je drei Dampflokomotiven und 75 Wagen östlich von Three Forks auf der Hauptstrecke bei —40° C liegen blieben; gleichzeitig waren zwei Personenzüge fällig. Die Oberleitung im betreffenden Streckenteil war zwar fertig und in einer Ausdehnung von etwa 15 km unter Spannung, aber noch nicht in Betrieb gesetzt. Es stand am Bahnhof in Three-Forks eine elektrische Lokomotive. Der Zugförderungschef fragte den bauleitenden Ingenieur, ob man es wagen könne, die liegengebliebenen Züg unter diesen Umständen zu holen. Der Ingenieur bejahte dies. Fünf Minuten später fuhr die elektrische Lokomotive schon auf die Strecke. Ohne geringste Schwierigkeit schleppte die elektrische Lokomotive die beiden inzwischen zusammengekuppelten Züge in ein Seitengeleis des Bahnhofes.

Es haben sich viele ähnliche Fälle während des strengen Winters im Jänner 1915 ereignet, denen zufolge das Fahrpersonal der Felsengebirgsstrecke die elektrischen Lokomotiven schätzen gelernt hat.

Das größte Interesse bietet jedoch und vom Standpunkt des Betriebes von Gebirgsbahnen am lehrreichsten ist die Nutzbremsung (Stromrückgewinnung). Demjenigen, der vertraut mit den Vorgängen bei der Bewegung eines schweren, mit Luftdruck gebremsten Zuges im Gefälle ist, weiß, daß das Rutschen der Wagen, die Änderung der Reibungsverhältnisse eine bemerkenswerte Gefahrquelle bildet. Bei der Nutzbremsung wird der ganze Zug von der Lokomotive gestützt, die Bremsklötze sind nicht angezogen, daher gibt es kein Rutschen der Räder; die Fahrt ist ruhig und glatt, wie auf einer ebenen Strecke. Die Steuerung der Personenzüge in der Talfahrt ist vielleicht die idealste und sicherste mit der Nutzbremsung. Bei Benützung der Druckluftbremse im 2%igen Gefälle muß man den Zug bis zu einer gewissen Geschwindigkeit beschleunigen lassen, bei welcher die Luftbremse gelöst werden muß, bevor man den Zug wieder abbremsen kann. Bei der Nutzbremsung ist die Geschwindigkeit des Zuges gleichförmig, es gibt kein Rasseln der Räder und daher keine Belästigung der Reisenden.

Die schweren transkontinentalen Personenzüge fahren mit größter Gleichmäßigkeit die steilsten Rampen hinunter und ebenso die schwersten Güterzüge, ohne daß die Luftdruckbremse außer zum Anhalten betätigt werden müßte.

Es ist als eine feststehende Tatsache zu erwähnen, daß der Betrieb mit den elektrischen Lokomotiven sich so gleichförmig und bequem erledigt, daß die steilen Rampen der kontinentalen Wasserscheide praktisch verschwunden sind.

Man hatte die Absicht, für den Güterverschub Maschinenhälften zu benützen; es schien ganz außer Frage, daß der Verschub mit einer 34 m langen Maschine zu umständlich sein wird, aber die Bedeutung der Bewältigung der gegebenen Tonnage war so groß, daß man sich doch entschloß, den Versuch mit der ganzen Doppellokomotive zu machen. Der Erfolg war glänzend. Die Führung der elektrischen Lokomotive war im Verschubdienst so viel leichter als mit Dampflokomotiven. als wären die großen Doppellokomotiven besonders für den Verschubdienst gebaut worden. Diese Tatsache ist auf 2 Umstände zurückzuführen: die elektrische Lokomotive kann jede Zugkraft mit sanfter Abstufung ohne Reißen oder Stoßen entwickeln, andererseits kann der Führer ununterbrochen beim Fenster herausschauen und die Verschubbewegungen beobachten, was bei den Dampflokomotiven wegen der Bedienung des Regulators und der Kulisse unmöglich ist.

Die elektrischen Lokomotiven verursachen weniger Kuppelbrüche, trotzdem die Zugsgewichte größer sind, weil die Zugkraft gleichförmig ohne Stoß gesteigert werden kann.

Die durchlaufenden Luxuszüge sind elektrisch beleuchtet; auf den Dampfstrecken ist zu diesem Zwecke im Gepäckswagen ein Turboaggregat vorhanden. Auf den elektrisch betriebenen Strecken liefert ein Motorgeneratorsatz, welcher auch für die Nutzbremsung gebraucht wird, den erforderlichen Strom. Die Wagenbatterien werden während der Fahrten in ebenen Strecken und im Gefälle geladen.

Für die Heizung der Züge dient ein mit Ölfeuerung versehener Kessel.

Der Strombezug.

Die Entwicklung der Ausnützung der Wasserkräfte und der Fernübertragung der elektrischen Kraft hat im Staate Montana im Jahre 1912 eine so hohe Stufe erreicht, daß die Bahnverwaltungen den Ersatz der Dampfkraft durch die elektrische Zugförderung ins Auge fassen konnten.

Etwa ein Dutzend Elektrizitätswerke waren durch ein großzügig angelegtes Netz von Fernleitungen miteinander verbunden, um den in diesem Staate schnell anwachsenden Bedarf an Licht- und Kraftstrom zu befriedigen.

Die Notwendigkeit des ununterbrochenen Betriebes im Bergbau förderte die Vereinigung der verschiedenen Anlagen zu einem System, von welchem die Kraft immer zur Verfügung stand, wenn das eine oder andere Werk versagte. Auch für den Bahnbetrieb ist die Kontinuität der Stromlieferung eine Grundbedingung. Die Erfahrung im Betriebe der Minen in Butte und der Elektrolytanlagen in Anaconda und Great-Falls bewies, daß man durch Zusammenlegung der zerstreut bestehenden Wasserkraftanlagen in Verbindung mit reichlich bemessenen und über verschiedene Trassen verlegten Leitungsnetzen einen solchen Grad der Betriebsicherheit in der Kraftlieferung erzielen kann, wie bei Dampfkraftwerken.

Die Leistungsfähigkeit der Montana Kraftwerke ist in bezug auf kontinuierlichen Betrieb unerreicht und ohnegleichen; das geht aus dem Verzeichnis der miteinander verbundenen Kraftwerke hervor.

Digitized by Google

Kraftanlagen der Montana Power Co.

Wasserkraftwerke im Betrieb.

Rainbow Falls am Missouri	1910	25 000 kW
Erweiterung	1916	10 000 „
Black Eagle Falls am Missouri, umgebaut	1913	3000 „
Bighöle Werk am gleichnamigen Fluß	1898	3000 „
Canyon Ferry Werk, erbaut	1901	18 000 „
erweitert	1914	
Madison I. Werk am Madisonfluß, erbaut	1901	2000 „
modernisiert	1907	2000 „
Madison II. Werk, erbaut	1906	10 000 „
Livingston am Yellowstonefluß	1906	1500 „
erweitert	1908	
Billings I. am Yellowstonefluß	1907	1080 „
Lewistown am Spring Creek, erweitert	1906	450 „
umgebaut	1913	
Thompson Falls am Clark Forksfluß	1916	20 000 „
Erweiterung	1917	10 000 „
Creat Falls am Missouri	1916	60 000 „
Insgesamt ausgebaut		171 530 kW

Wasserkraftwerke im Bau:

Holter Werk am Missouri	40 000 kW

Dampfkraftwerke.

4 Anlagen mit insgesamt	5920 „

Unausgebaute Gefällstufen.

6 Anlagen mit insgesamt	121 500 „

Die Montana Power Co. liefert den Strom an die Bahngesellschaft zum Preise von 2·68 h (0·536 Cents), wobei ein Belastungsverhältnis von 60% vorausgesetzt ist.

Vor vielen Jahren wurde vom verstorbenen Leiter der M. Hobgen Mont. P. C. T. angeregt, ein riesiges Staubecken im Quellgebiet des Missouriflusses zu bauen. Der Zusammenschluß der einzelnen Werke in ein großes Unternehmen ermöglichte, der Verwirklichung dieses Projektes näher zu treten. Das Hobgen-Staubecken, welches imstande ist, 400 Mill. m³ Wasser zu fassen, wurde geschaffen und können sechs Werke ein Arbeitsgefälle von insgesamt 172·5 m ausnutzen. Die Erweiterung der Holteranlage im Jahre 1917 wird dieses Nutzgefälle um 30 m vermehren und wird es möglich werden, durch den Ausbau unausgenützter Stufen das gesammelte Wasser über ein gesamtes Gefälle von 270 m auszunutzen. Außer diesem Sammelbecken ist am Missourifluß noch ein lokales Reservoir von 220 Mill. cm³ ausführbar. Das Ergebnis dieser Anlagen ist, daß die normale Niederwasserleistung der betreffenden Werke um 87% gesteigert werden kann und während 100 Tagen in einem Jahr 100 000 kW erzeugt werden können. Die Stauanlage sichert eine gleichmäßige Lieferung der Kraft, während der schärfsten Kälteperioden und macht die Dampfreserve überflüssig.

Es bedarf keiner großen Einbildungskraft, um sich den Tag vorzustellen, an dem ein ununterbrochenes Netzwerk von Leitungen sich vom östlichen Felsengebirge längs der Bahn bis zur Küste am stillen Ozean führen wird, zum Wohle der Bevölkerung die Wasserkraft ausnutzend, die Bequemlichkeit der Reise bei herabgesetztem Tarife erhöhend und die Kraft auch sonst der Allgemeinheit zuführend.

Die Kraftübertragung.

Die Montana Power Co. verfügt über ein Hochspannungsfernleitungsnetz von 3000 km, welches an 7 verschiedenen Stellen mit der Bahntrasse in Berührung kommt. Die Bahngesellschaft hat längs der ganzen Strecke, zumeist am Bahnkörper, eine Fernleitung verlegt, die mit 100 000 V betrieben wird und die einzelnen Unterwerke miteinander derartig verbindet, daß jedes Werk von 2 Seiten und von 2 oder mehreren Kraftwerken Strom erhalten kann.

Es sind zirka 550 km, 100 000 V Leitungen vorhanden; diese werden in der Regel als Doppelleitung mit hohen Gittertürmen ausgeführt. Die normale Spannweite beträgt 135 m. Die Kraftleitungen sind durch zwei $^3/_8$-zöllige geerdete Stahldrähte geschützt. Die 45 000 und 65 000 V-Leitungen werden stets auch als Doppelleitungen hergestellt, jedoch auf denselben Masten zweiseitig angeordnet; die Kraftleitungen sind ebenfalls durch ein auf dem obersten Querträger montiertes, aus 3 Eisendrähten gewundenes Erdseil geschützt.

Hängeisolatoren sind in großem Ausmaße verwendet worden.

Die Telephonleitungen sind meistens 2·5 m unterhalb der Hochspannungsleitung auf den Masten, bezw. Türmen angebracht.

Die Umformerwerke.

Es sind 14 Unterwerke zur Umformung des Drehstromes von 100 000 V, 60 Per/s auf 3000 V Gleichstrom errichtet worden, so daß die mittlere Entfernung zwischen 2 Werken 51·5 km beträgt. Die einzelnen Werke unterscheiden sich lediglich in bezug auf die Zahl und Leistung der nach Bedarf der betreffenden Strecke aufgestellten Umformer. Diejenigen Umformerwerke, die schwere Gebirgsstrecken bedienen, erhielten drei Motorgeneratoren zu je 1500 kW, die übrigen 2 Einheiten zu je 2000 kW und eines 3 Einheiten zu je 2000 kW.

Ein Aggregat bildet jeweils die Reserve, so daß die einzelnen Werke eine Leistung von je 3000, bezw. 2000 kW, bezw. eines von 4000 kW repräsentieren.

Die Gebäude der Unterwerke sind kurz und verhältnismäßig niedrig. Im Innern derselben sind alle maschinellen, Hoch- und Niederspannungseinrichtungen untergebracht, nur die Blitzschutzhörner befinden sich meistens im Freiem am Dach.

Die Gebäude sind stets so angeordnet, daß ein Stockgeleise ins Innere des Maschinenraumes führt, so daß mittels des oberhalb dieses Geleises befindlichen 10 t-Kranes alle Maschinenteile direkt verladen werden können. Dieser Kran beherrscht den ganzen Maschinenraum.

Auch im Transformatorenraum befindet sich ein Geleise, auf welchem ein niedriger Plattformwagen fahren kann; die Transformatoren können von jedem Standort auf diesen Plattformwagen geschoben und über eine Drehscheibe in den Bereich des obgenannten Verladekranes gebracht werden.

Oberhalb der Transformatoren befindet sich eine aus einem Doppel-T-Träger gebildete Kranfahrbahn für eine 5 t-Katze, mittels welcher die Kerne der Transformatoren zwecks Untersuchung hochgehoben werden können, ohne die Behälter entfernen oder das Öl ablassen zu müssen.

Im Gebäude der Unterwerke ist auch ein kleines Kassenzimmer und ein Warteraum untergebracht und zwar derartig, daß der Umformerwärter auch die Strecke, die Umformer und die Schaltanlage übersehen kann.

Die an Unterwerken anschließenden Fernleitungen der Montana Power Co. werden mittels zwei mit Überlastauslösung versehene Ölschalter an die längs der ganzen Bahnstrecke durchlaufende 100 000 V-Leitung der Bahngesellschaft angeschlossen. Diese Speiseleitung kann beiderseits bei jedem Unterwerk durch einen am Dache angeordneten Freiluftschalter unterbrochen werden.

Motorgeneratoren.

Die Motorgeneratoren werden mit einer Spannung von 2300 V gespeist, die Transformatoren sind außerdem

Digitized by Google

zum Anlassen mit einer Anzapfung versehen. Die 2300 V Ölschalter befinden sich in Zellen an der Wand zwischen Transformator und Maschinenraum.

Die Umformer bestehen aus drei auf gemeinsamer Plattform montierten, in vier Bocklagern ruhenden Maschinen. In der Mitte befindet sich der Synchronmotor, beiderseits die in Reihe geschalteten Generatoren. Die beiden Wellenenden tragen in fliegender Anordnung je eine Erregermaschine für den Motor und die Generatoren. Die Maschinen sind durch besonders kräftige Bauart gekennzeichnet, um den im Bahnbetriebe unvermeidlichen Stoßwirkungen gewachsen zu sein.

Die Maschinen sind in zwei Bauarten ausgeführt worden und zwar mit Selbstkühlung, zu welchem Behufe die Anker mit Ventilatorflügeln versehen sind, oder mit Zufuhr der Kühlluft von einem besonderen Ventilator.

Die Maschinen geben die Vertragsleistung dauernd bei einer Temperaturerhöhung von 35° C ab, 150% Belastung während 2 h, wobei die Temperatur auf 60° C steigt, und 300% Überlast bei 85% Klemmenspannung, während 5 min, ohne Schaden zu erleiden. Hiebei ist es für die Maschinen gleichgültig, ob sie Strom abgeben oder aufnehmen.

Das 1500 kW Aggregat wiegt etwa 45 t und braucht eine Fläche von etwa 19 m².

Die Fahrleitung

ist durchweg auf Holzgestänge montiert und besteht aus 2 Hartkupferdrähten von je 107 mm² Querschnitt, die mit lockeren Schlaufen auf einem durchhängenden Stahlseil in der Weise aufgehängt sind, daß die Klemmen der beiden Fahrdrähte gegeneinander um die halbe Teilung versetzt sind.

Durch diese Anordnung wird eine ununterbrochene und funkenfreie Stromabnahme selbst bei großen Stromstärken und einer Geschwindigkeit bis 100 km/h gesichert, indem die wechselweise Aufhängung der beiden Fahrdrähte der Leitung eine gewisse Schmiegsamkeit verleiht. Die Stromabnehmer haben zwei Schleifstücke, es sind daher stets vier Berührungsstellen vorhanden.

Auf eingeleisiger Strecke fanden Armausleger, bei mehrgeleisigen Anlagen Queraufhängung Anwendung; eisernes Tragwerk nur dort, wo die Zahl der Geleise für Holzmaste zu groß war. In den Nebengeleisen der Bahnhöfe ist nur Einfachdraht montiert worden.

Aus einer überschlägigen Rechnung folgt, daß innerhalb praktisch zulässiger Spannungsverluste ein gesamter Kupferquerschnitt von etwa 400 mm², somit mindestens 2 Verstärkungsleitungen zu je 100 mm² nötig sind.

Die Lokomotiven.

Von allen Einrichtungen dieser großzügigen Anlage erwecken die Lokomotiven dank ihrer enormen Leistung wie auch wegen des angewendeten Stromsystems und nicht zuletzt der Nutzbremsung halber das größte Interesse; steht doch außer Zweifel, daß die Lösung des Problems der elektrischen Zugförderung auf Vollbahnen innig damit zusammenhängt, wie weit man imstande ist, entsprechende Lokomotiven zu bauen.

Für den ersten Ausbau wurden insgesamt 42 Lokomotiven mit einer Gesamtleistung von 151 000 PS geliefert; davon sind 12 Stück für den Personenverkehr, 30 Stück für den Güterverkehr eingerichtet. Beide Typen unterscheiden sich nur in der Zahnradübersetzung und dadurch, daß die Personenzugsmaschinen für die Heizung der Züge mit einem kleinen Kessel, der mit Öl geheizt wird, ausgerüstet sind.

Allgemeine Angaben.

Spurweite	normal
Gattung	Güterzug
Anzahl der Achsen im ganzen	12
„ „ „ gekuppelt	keine
„ „ „ angetrieben	8
Schema der Achsanordnung	2—B+B—B+B—2
Betriebsspannung,	Gleichstrom 3000 V
Größte Zugkraft (30%)	60 200 kg
Dauer „ (18%)	32 300 „
Gesamtlänge über alles	33·8 m
Gesamtradstand	31·3 „
Größte Breite	3·05 „
„ Höhe (Bügel herabgelassen)	5·08 „
Fester Achsstand der Treibräder	3·30 „
„ „ „ Laufräder	2·10 „
Durchmesser der Treibräder	1590 mm
„ „ Laufräder	1100 „
Gesamtgewicht	261 t
Treibgewicht	204 t
Treibgewicht auf einer Achse	25·4 t
Gefedertes Gewicht auf einer Achse	18·1 t
Ungefedertes Gewicht auf einer Achse	7·3 t
Laufachslast	14·4 t
hievon gefedert	12·4 t
Bremsdruck (% des Treibgewichtes)	89%
„ (% des Gesamtgewichtes)	68%
Stundenleistung (am Radumfang)	3616 PS
Dauerleistung „ (88% der N. L.)	3168 „
Geschwindigkeit bei der Normalleistung	25·3 km/h.

Die durch die riesigen Zugsgewichte bedingte große Leistung kommt in der bedeutenden Länge der Lokomotive von fast 34 m zum Ausdruck. Um trotz dieser Länge die zahlreichen scharfen Krümmungen gut befahren zu können, ist die Lokomotive zunächst in zwei kurz gekuppelte Teile geteilt, so daß die Maschinenhälften für sich auch allein fahren können, wovon bei Lokalzügen und Verschubdienst Gebrauch gemacht wird.

Der Kastenrahmen einer jeden Lokomotivhälfte ruht auf drei zweiachsigen Drehgestellen, von welchen das erste als Laufgestell die Lenkung der beiden anderen angetriebenen Drehgestelle bewirkt. Zu diesem Zwecke greift der Drehzapfen des mit innen gelagerten Rahmen gebauten Laufgestelles in eine Verlängerung des ersten Motordrehgestelles ein; das zweite Motordrehgestell ist symmetrisch gebaut und nach beiden Seiten kurz gekuppelt.

Die Personenzugslokomotiven haben sich insbesondere in bezug auf das ruhige Fahren gut bewährt; bei Geschwindigkeiten bis über 100 km/h laufen die Lokomotiven so sanft wie eine Kutsche, gleichgültig ob das Laufgestell sich vorne oder rückwärts befindet.

Die Achsen tragen die Motoren in der üblichen Straßenbahnanordnung, ein Unterschied besteht nur insoferne, als die Motoren mit doppelter gefederter Zahnradübersetzung ausgerüstet sind.

Der Lokomotivkasten enthält auf den beiden Stirnseiten je eine Führerkabine, den übrigen Raum beanspruchen die Steuerapparate und Hilfseinrichtungen.

Die elektrische Ausrüstung.

Der Motor ist der größte bisher zwischen den Triebrädern eingebaute, einseitig auf der Achse ruhende Type. Derselbe leistet bei 446 Touren in der Minute (24 bezw. 45 km/h) 452 PS. Die Dauerleistung beträgt 396 PS, wobei im Anker eine Temperaturerhöhung von 100° C, im Feld eine solche von 120° C, in beiden Fällen thermometrisch gemessen, zugelassen wird. Diese Leistungsangaben gelten für eine Klemmenspannung von 1500 V, jedoch sind die Motoren für eine Gesamtspannug von 3000 V isoliert.

Der Motor wird künstlich gekühlt; die hiezu vorgesehene Kreiselpumpe liefert zirka 70 m³/min.

Digitized by Google

Der Motor hat vier Haupt- und vier Wendepole; die magnetischen Verhältnisse sind so beschaffen, daß eine Schwächung des Feldes bis auf 50% des Ankerstromes zulässig ist.

Die Motoren für die Güter- und Personenzugslokomotiven sind bis auf die Zahnradübersetzung identisch.

Stromabnehmer.

Die Stromabnehmer müssen imstande sein, bei hohen Geschwindigkeiten große Stromstärken abzunehmen; zu diesem Behufe sind die Scherenstromabnehmer mit zwei Schleifstücken ausgerüstet. Nachdem die Leitung in offener Strecke aus zwei flexibel aufgehängten Drähten besteht, stehen für die Abnahme von etwa 1000 bis 1200 A stets vier Berührungsstellen zur Verfügung.

Es sind auf jeder Lokomotive zwar zwei miteinander verbundene Stromabnehmer vorhanden, doch wird stets nur einer benützt, der andere dient als Reserve; trotzdem erfolgt die Stromabnahme vollständig funkenfrei. Nur bei Frostwetter werden beide Stromabnehmer hoch gelassen, damit der eine die Fahrleitung gewissermaßen von Rauhreif und Schnee säubert.

Die Anfahrwiderstände

sind in einzelne leicht abnehmbare Elemente unterteilt, die auf Hochspannungsrillenisolatoren aufgebaut sind. Die Widerstände werden künstlich gekühlt. Zum Abzug der warmen Luft dienen sechs oberhalb der Widerstände angeordnete Kamine. Über den Umfang dieser Widerstände und von dem hiefür aufgewendeten Gewicht kann man sich einen Begriff machen, wenn man sich vor Augen hält, daß von der oberen Hälfte der Kastenhöhe etwa 7 m der Länge jeder Lokomotivhälfte von den Widerständen beansprucht werden.

Der Kontroller hat 16 Widerstandsstellungen und eine 17. Fahrstellung in Serienschaltung von je vier Motoren, von welchen je zwei ständig in Reihe geschaltet sind, weitere 11 Widerstandsstellungen, zwei Fahrstellungen (eine vollerregt und eine mit Shuntung) in Parallelschaltung.

Dank dieser großen Schaltstufenzahl und der Elastizität des Getriebes können die Lokomotiven sehr sanft anfahren. Durch Dynamometermessungen wurde festgestellt, daß es möglich ist, mit fast ganz gleichmäßiger Zugkraft anzufahren.

Die Hilfsstromkreise arbeiten mit einer Spannung von 120 V.

Für den Verschub sind vorläufig zwei vierachsige Lokomotiven von 63·5 t vorgesehen worden.

Hauptangaben dieser Typen:

Gesamte Länge	12·20 m
Fester Achsstand	2·44 „
Raddurchmesser	1015 mm
Gewicht des mechanischen Teiles	38·5 t
Gewicht der elektrischen Einrichtung	25·0 t
Triebgewicht auf jeder Achse	15·9 t

Die vier Motoren leisten zusammen 542 PS bei 3000 V Spannung. Die Lokomotive entwickelt kurzzeitig maximal 19 000 kg Zugkraft, dauernd 6150 kg bei 21·2 km/h und 8350 kg Zugkraft einstündig bei 19·3 km/h. Alle Leistungsangaben gelten für künstliche Kühlung.

Die Lokomotiven weisen die bekannte Bügeleisenform mit einem Führerstand in der Mitte auf; man hat getrachtet, möglichst viel von den Bestandteilen der großen Lokomotiven auch hier verwenden zu können.

Die Einrichtungen für die Nutzbremsung*).

Diese wurde vorgesehen, um die Sicherheit des Betriebes ganz wesentlich zu erhöhen, indem der Führer hiedurch neben der Luftbremse ein zweites Bremssystem zur Verfügung bekommt. Die Nutzbremsung steigert aber auch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes, abgesehen vom verringerten Stromverbrauch, indem die Abnutzung der Bremsklötze der Radreifen und auch des Geleises wesentlich vermindert wird. Durch die elektrische Bremsung wird eine größere Geschwindigkeit in der Talfahrt ermöglicht, sie erhöht auch bedeutend die Annehmlichkeiten der Fahrt, indem die bekannten Stoßwirkungen der Luftbremse entfallen. Zudem wird dieser vielseitige Erfolg durch Hinzufügung nicht sehr ins Gewicht fallender Einrichtungen erzielt. Die Umkehrung der Wirkungsweise des Motors wird durch einen Erregerumformer bewirkt, welcher so geschaltet ist, daß bei Umkehrung des Stromes im Anker der Erregerstrom die Richtung unverändert beibehält.

Zur Betätigung der Nutzbremsung ist auf jeder Lokomotivhälfte ein Umformersatz vorhanden, der aus einem Doppelkollektor-Seriemmotor (3000 V), einem Doppelkollektor-Generator mit Differentialerregung und einer Erregermaschine besteht. Der Motor dient zugleich zum Antrieb des Ventilators.

Die Nutzbremsung arbeitet gänzlich selbsttätig und entwickelt ein unverändertes Drehmoment in einer bestimmten Stellung des Kontrollers, so daß die Bremskraft gänzlich unabhängig ist von der Linienspannung, der Entfernung vom Kraftwerk oder dem Wechsel der Steigungsverhältnisse. Die elektrische Bremse funktioniert bei Güterzügen zwischen 13 bis 53 km, bei Personenzügen zwischen 25 bis 100 km, dabei bleibt das für den Reihenschlußmotor kennzeichnende elastische Verhalten auch während der Bremsung gut gewahrt.

Zu beachten ist die Tatsache, daß eine Lokomotive mit elektrischer Bremsung bergab fahrend ein größeres Zugsgewicht abbremsen als bergauf ziehen kann. Der Unterschied entspricht der umgekehrten Wirkung des Zugswiderstandes beim Fahren und Bremsen.

Besondere Bedeutung verleiht der Nutzbremsung die durch sie bewirkte Erhöhung der Betriebssicherheit bei der Talfahrt mit sehr langen und schweren Zügen. Jede Reibungsbremse muß wegen Schwankung der Reibung und Undichtigkeiten in der Bremsleitung dauernd nachreguliert werden, wodurch die gefürchteten Pendelerscheinungen in den Zügen entstehen. Das klaglose Arbeiten der Bremse hängt stets von dem guten Zustand der Luftpumpe ab. In Fahrt mit Nutzbremsung braucht man sehr wenig Luft, denn man hat nur den Druckverlust zu ersetzen. Die Luftbremse ist daher für den Fall, daß die elektrische Bremse versagen sollte, stets dienstbereit, die Räder und Bremsklötze bleiben kalt, gleichgültig ob die Gefällsstrecke lang oder kurz ist. Bei der elektrischen Bremsung stützt sich der ganze freilaufende Zug auf die Lokomotive, deren Bremskraft vollständig gleichmäßig bleibt; es entfallen daher alle Ursachen für das Auftreten der gefürchteten und von den Reisenden unangenehm empfundenen Pendelerscheinungen, die in langen mit Reibungsbremse gebremsten Zügen oft auftreten. Es entfällt auch das aus der Bremswirkung entstehende störende Geräusch.

Schlußfolgerung.

Der elektrische Betrieb der Milwaukeebahn stellt die größte je vollbrachte Leistung auf dem Gebiete der elektrischen Zugförderung der Vollbahnen dar. Diese

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 235, 405 ff.

Digitized by Google

Schöpfung erbringt auch für den Nichtelektriker den schlagenden Beweis, daß es keine praktische Aufgabe im Zugförderungswesen gibt, die technisch und wirtschaftlich mit elektrischer Triebkraft nicht mit Erfolg gelöst werden könnte. In dieser Beziehung ist es von besonderer Beweiskraft, daß die elektrifizierte Bahnstrecke in einem Gebiet gelegen ist, wo die direkte Verwendung des Brennstoffes für die Zugförderung denkbar günstige Bedingungen aufweist, andererseits der Strompreis verhältnismäßig hoch ist. Trotzdem erscheint die Überlegenheit der elektrischen Zugförderung gegeben.

In bezug auf die österreichischen Gebirgsbahnen liegen die Verhältnisse in doppelter Beziehung anders als bei der Milwaukeebahn.

Die Transportleistungen sind weder in bezug auf die Menge noch die Last der einzelnen Züge so groß, wie bei der Milwaukeebahn, dagegen muß die Kohle aus Entfernungen von 500 bis 700 km zugeführt werden.

Das erste Moment ist nachteilig in bezug auf den wirtschaftlichen Erfolg des elektrischen Betriebes, weil die elektrische Triebkraft zufolge der notwendigen ortsfesten Einrichtung erst rentabel werden kann, wenn eine gewisse Ausnützung gewährleistet erscheint. Wir verfügen jedoch über Mittel, um diesen Unterschied mehr als auszugleichen.

Die Amerikaner konnten sich dank der großen Leistungen und mit Hilfe gewisser Maßregel den Luxus leisten, das mit verhältnismäßig hohen Anlagekosten belastete Gleichstromsystem anzuwenden. Wie einläßliche Berechnungen erwiesen haben, insbesondere die Arbeiten der schweizerischen Studienkommission*), werden die Baukosten bei Einphasenwechselstrom von 15 000 V, wesentlich niedriger, wodurch sich auch diejenige Verkehrsgrenze, bei welcher der elektrische Betrieb sich rentieren kann, im gleichen Maße herabsetzt.

Vom Standpunkt des Kapitalsaufwandes dürfen wir demnach annehmen, daß bei den die österreichischen Gebirgsbahnen (Arlberg, Brenner, Semmering, Erzberg) und der Milwaukeebahn bestehenden Verhältnisse ausgeglichen sind; betreffend den Bezug des Heizmaterials befinden sich aber die österreichischen Bahnen in einer wesentlich ungünstigeren Lage.

Selbst wenn wir von den durch den Krieg geschaffenen zwingenden Notwendigkeiten absehen, welche die größte Sparsamkeit mit der kostbaren Kohle und den verfügbaren Transportmitteln zur Pflicht machen, so steht die Tatsache fest, daß die österreichischen Gebirgsbahnen mit einem noch durchschlagenderen Erfolg auf den elektrischen Betrieb übergehen können, als es bei der Milwaukeebahn der Fall war, weil die Kohle aus großer Entfernung zugeführt werden muß.

Was jedoch die Frage der Nutzbremsung betrifft, so läßt sich diese nach neueren Erfahrungen bei Einphasenbetrieb mit viel einfacheren Mitteln anwenden als bei Gleichstrom. Die erfolgreiche Anwendung der elektrodynamischen Bremsung hat aber unter den bei den österreichischen Eisenbahnen bestehenden Verhältnissen eine besondere Tragweite. Es steht zur Zeit die Frage der Ausrüstung der Güterzüge mit einer durchgehenden Luftdruckbremse an der Tagesordnung und ist damit notgedrungen im Zusammenhang die Aufgabe der derzeit in Gebrauch stehenden Vakuumbremse. Es würde zu weit führen, hier das Wesen der Bremsfrage eingehend zu erörtern; wenn man sich aber auch nur die überlegen sichere Art der Wirkungsweise der elektrodynamischen Bremsung und der elektrischen Zugkraft bei Anfahren und Fahren vergegenwärtigt, so kann man sich dem Gedankengang nicht verschließen, daß die durchgehende Druckluftbremse ihren vollen Wert erst im Zusammenhang mit der elektrischen Bremse bekommt.

Zugunsten der durchlaufenden und automatischen Bremse werden in der Hauptsache zwei Gesichtspunkte geltend gemacht: Ersparnis an Personal und Sicherheit bei Zugstrennungen.

Dem Bericht über die verblüffend sichere Wirkungsweise der elektrischen Nutzbremsung auf der Milwaukeebahn ist aber zu entnehmen, daß bei dieser Bremsart ein minimaler Personalstand nötig ist. Tatsächlich könnte man die elektrisch betriebenen Güterzüge — und auf diese kommt es in der Hauptsache an — mit so wenig Personal besetzen, als es vom Verkehrsstandpunkt aus auf alle Fälle, also auch bei durchgehender Bremse, nötig wäre, denn die Lokomotive wäre mit zwei voneinander unabhängigen Bremsen ausgerüstet. Die Sicherheit wäre dabei ausreichend, denn das Reibungsgewicht auf den Triebrädern genügt selbst für ein nennenswert größeres Zugsgewicht als bergwärts gefördert werden könnte (im Gefälle von 25‰ 35%, in 20‰ 50% Mehrbrutto bei gleicher Sicherheit gegen Schleudern). Bremst man auch noch die Laufräder, eventuell den Kondukteurwagen, erreicht man eine weitere Erhöhung der gewiß an sich schon ausreichenden Sicherheit.

Vom rein eisenbahntechnischen und eisenbahnwirtschaftlichen Standpunkt erscheint die elektrische Zugförderung unserer Gebirgsbahnen vorteilhaft, vom staatswirtschaftlichen Standpunkt muß sie aber geradezu als notwendig bezeichnet werden.

Es erübrigt sich diesbezüglich auf den bestehenden und zweifellos wachsenden Kohlenmangel des Näheren einzugehen. Fest steht jedoch, daß Ersparungsmaßregel nur dort von Erfolg sein können, wo es etwas zu sparen gibt; das sind die Großverbraucher und unter diesen die Industrie und die Eisenbahnen. Die Wirtschaftlichkeit des Kohlenverbrauches der ersteren wird man entsprechend organisieren müssen, so daß kein Betrieb mehr Kohle verbraucht als für den Zweck mit zeitgemäßen technischen Hilfsmitteln nötig ist. Es steht außer Zweifel, daß die Schaffung einer derartigen Organisation eine in kurzer Zeit kaum erschwingliche geistige und physische Arbeit erfordert. Viel einfacher ist die Sachlage in bezug auf die Eisenbahnen, die in dieser Richtung reichliche technische Vorarbeit geleistet haben und auf die dem Staat ohneweiters eine Einflußnahme zur Durchführung der als nötig und zweckmäßig erkannten Arbeiten zusteht.

Nehmen wir an, die gesamte Kraft zur Zugförderung wird in ortsfesten Dampfanlagen erzeugt, so könnten etwa 3 Mill. t erspart werden. Tatsache ist aber, daß für unsere Gebirgsbahnen überall Wasserkräfte zu Verfügung stehen, in diesen Fällen wird somit 100% der Kohle erübrigt.

Die diesbezüglich in erster Reihe in Betracht kommende österreichische Südbahn hat zum Beispiel im Jahre 1912 rund 600 000 t Normalkohle mit sechsfacher Verdampfung verbraucht, so daß der tatsächliche Verbrauch etwa 1·2 Mill. t im Werte von rund 11 Mill. Kronen (Friedenspreis) erreicht hat. Die Elektrifizierung dieser Privatbahn mit verhältnismäßig kleinem Bahnnetz macht schon über 1 000 000 t Kohle frei.

Durch Elektrifizierungen könnte hiedurch unsere Valuta infolge Entfall der bisherigen namhaften Kohleneinfuhren günstig beeinflußt werden. Die Schaffung von Großkraftwerken ist hiefür die Hauptbedingung.

Der Aufwand an Leitungsmaterial für die Elektrifizierung ist vom Standpunkt der Rohstoffbeschaffung von größter Wichtigkeit. Es steht außer Frage, daß wir uns auf absehbare Zeit nicht den Luxus von 4000 kg Kupfer

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 180.

Digitized by Google

für ein Kilometer elektrifizierte Bahnstrecke leisten können, ganz abgesehen von dem schädlichen Einfluß derartiger Auslandsbezüge auf unsere Handelsbilanz und Valuta.

Das Einphasensystem ist demgegenüber gekennzeichnet, daß Kupfer für die Leitungsanlage überhaupt entbehrlich wird. Die neuzeitliche Fahrleitung wird überhaupt nur aus Eisen hergestellt sein und dem Wesen nach nur als eine Bügelführung zur Stromabnahme dienen. Die eigentliche Kraftübertragung wird durch eine parallelgeführte Aluminiumleitung besorgt werden.

Das Einphasensystem kann demnach in jedem Belange mit dem Gleichstromsystem mit Erfolg in Wettbewerb treten; wir verfügen daher über technische Mittel, die der Elektrifizierung unserer Vollbahnen zumindest den gleichen durchschlagenden wirtschaftlichen und betriebstechnischen Erfolg sichern, von welchem die Amerikaner begeistert berichten. Ein Unterschied besteht allerdings in einer sehr wesentlichen Richtung: Wir müssen aus staatswirtschaftlichen Gründen zur Einführung der elektrischen Zugförderung auf unseren Vollbahnen greifen, die Amerikaner können dies ohne diesen Zwang tun.

Rundschau.

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Lokomotive der Pennsylvania-Eisenbahngesellschaft. Im Nachhang zu dem früheren Bericht*) seien nachstehend noch einige Daten dieser größten elektrischen Lokomotive und damit auch überhaupt des größten Eisenbahnfahrzeuges angegeben, das je gebaut wurde. Die von der Westinghouse El. & Mfg. Co. in Pittsburg erstellten Lokomotiven sind (eine als Zug- und eine als Schiebelokomotive) dazu bestimmt, auf der insgesamt 60 km langen Strecke, die die durch das Allegheny-Gebirge getrennten Städte Altona und Johnstown verbindet, Züge von 4000 t Gewicht auf 20% Steigung und solche von 6400 t auf 10% Steigung mit einer Geschwindigkeit von 33 km/h zu befördern. Der dem Fahrdraht entnommene Einphasenstrom von 11 000 V Spannung und 25 Per/s wird nach Abwärtstransformierung mittels eines Phasenumformers (einphasige Synchron- oder Asynchronmaschine) in Dreiphasenstrom umgeformt und den vier künstlich ventilierten sechspoligen Dreiphasentriebmotoren von je 1200 PS Nennleistung zugeführt.**) Je zwei Motoren (eines Drehgestelles) arbeiten beidseitig auf je ein gemeinsames gefedertes Zahnrad (Übersetzung zirka 1 : 5), von dem aus der Antrieb der drei gekuppelten Achsen pro Drehgestell mittels horizontaler Stangen erfolgt. Abb. 1 zeigt ein Drehgestell während der Montage.

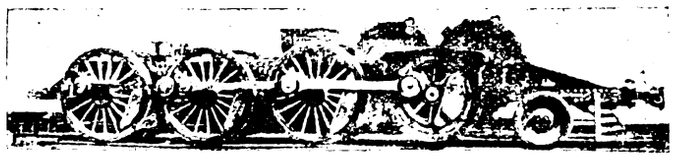


Abb. 1.

Die wichtigsten Abmessungen und charakteristischen Daten dieses Riesenfahrzeuges enthält die nachstehende Tabelle:

Länge über den Puffern gemessen	23 340	mm
Gesamtradstand	19 480	„
Triebradstand	11 800	„
Fester Radstand	3 970	„
Triebraddurchmesser	1 830	„
Laufraddurchmesser	915	„
Adhäsionsgewicht	201	t
Raddruck pro Triebradachse	33·5	„
Raddruck pro Laufradachse	21·5	„
Totalgewicht der Lokomotive	244	„
Gewicht pro m Lokomotivlänge	10·5	„
Geschwindigkeit	33	km/h
Zugkraft am Radumfang	39 500	kg
Lokomotivleistung bei 33 km Fahrgeschwindigkeit	4 800	PS

*) E. u. M. 1917, Seite 583.
**) Vgl. E. u. M. 1911, Seite 648; 1913, Seiten 125, 875, 1007; 1914, Seiten 56, 306.

Während also die europäische Praxis rotierende Energieumformer außer den Triebmotoren selbst auf einer elektrischen Lokomotive verwirft — von den dieselelektrischen Fahrzeugen vorläufig abgesehen — haben die Amerikaner mit diesem Grundsatz gebrochen, nehmen lieber den rotierenden Phasenumformer in Kauf und verzichten auf eine weitgehende Geschwindigkeitsregulierung, nur um in den Triebmotoren selbst Motoren zu erhalten, die hinsichtlich Betriebssicherheit und Unterhaltungskosten eben doch dem Einphasenkommutatormotor und dem Gleichstrommotor mit deren komplizierter Apparatur bei weitem überlegen sind. Wird Nutzbremsung bei Talfahrt, auf die je länger je mehr nicht verzichtet werden kann und darf, verlangt, dann muß übrigens auch die Einphasenlokomotive mit einem mehr oder weniger großen rotierenden Phasenumformer, einer mit dem erwähnten Einphasen-Mehrphasenumformer prinzipiell identischen Maschine, ausgerüstet werden. *K. S.*

Die Elektrifizierung der North-Eastern Ry. Die 30 km lange Strecke, die den Eisenbahnknotenpunkt Shildon mit Newport in England verbindet und vorzugsweise dem Erztransport dient, ist dem elektrischen Betrieb mit Gleichstrom von 1500 V Fahrdrahtspannung übergeben worden. Drehstrom von 40 Per/s wird zu niedrigen Preisen von den Kraftwerken der Cleveland and Durham Electric Power Company bezogen, die die Abgase der Hochöfen dieses Landstriches ausnützen und in zwei Unterwerken umgeformt. Beide sind an das Netz der North-East Coast Power Company angeschlossen, das von den genannten Kraftwerken mit Strom versorgt wird. In einem Unterwerk, das 40 000 V Drehstrom bezieht, sind zwei, in dem anderen, an 11 000 V angeschlossenen Unterwerk ist ein Umformeraggregat eingestellt, jedes aus zwei selbstsynchronisierenden Einankerumformern der British Thomson-Houston Co. von je 800 kW bestehend, der sechsphasig gespeist wird und 750 V Gleichstrom bei 800 U. p. min abgibt. Durch ein isolierendes Schutzschild ist der Anker gegen den Kollektor abgegrenzt, der Abstand der Bürstenhalter ist möglichst groß gewählt, um Bürstenüberschlag bei Kurzschluß zu vermeiden; schädliches Bürstenfeuer trat auch bei mehrmaliger Abschaltung der ganzen Belastung nicht auf. Vier papierisolierte und eisenbandarmierte Kabel verbinden die positive Seite eines Unterwerkes mit der Strecke, zwei Kabel mit den Schienen. Die Gleichstrom-Schaltanlage ist nach dem Muster der Wechselstrom-Hochspannungsanlagen ausgeführt, mit gemauerten Zellen und Fernsteuerung der Apparate. Die Fahrleitung ist von der ausführenden Fa. Siemens-Brothers nach dem System der Vielfachaufhängung der Siemens-Schuckert-Werke mit Spannweiten bis 110 m eingerichtet. Zwei Kupferdrähte von je 100 mm² bilden den Fahrdraht, der stellenweise an zwei Speiseleitungen von 123 mm², auf dem Tragwerk verlegt, gespeist wird und in je 100 m entfernten Nachspannpunkten durch Spannpunkten gespannt wird. Nach je 4 km sind an den Spannpunkten Sektionsschalter angebracht, aus auf die Joche des Tragwerks aufgesetzten Hörnerausschaltern bestehend, die durch eine Stange von der Signalbude aus angestellt werden; in Kreuzungen und Weichen sind Streckenunterbrecher vorgesehen. Das Tragwerk ist mit dicken Erdungsbügeln mit den Schienen verbunden, die Schienenstöße durch Verbinder aus 72·5 mm² starken Kupferseilen überbrückt und alle 92 m Kreuzverbindungen gelegt. Für die Beförderung der 1237 t schweren Güterzüge mit 40 km/h sind Güterzugslokomotiven von 67·6 t Gesamtgewicht, darunter 22 t des elektrischen Teiles, eingestellt worden, bestehend aus einem auf 2 zweiachsigen Drehgestellen ruhenden Wagen; die Zugkraft wird von den in der Mitte beweglich verbundenen Drehgestellen abgenommen, die demnach zwei kurzgekuppelte Triebgestelle darstellen, an deren Stirnseiten sich die Zug- und Stoßvorrichtungen befinden. Der Oberkasten, aus Blech und Winkeleisen, mit abgeschrägten, die Hochspannungsapparate, die Widerstände, die Schalter für die Motoren und je einen Luftbehälter für die Betätigung der beiden Bügelstromabnehmer enthaltenden Abteilungen zu beiden Seiten, lagert auf den Triebgestellen durch die zylindrischen Drehzapfen und durch Gleitpfannen, vor und hinter denselben gelegen; letztere sind starr an den Triebgestellen und am Wagenkasten befestigt. Wird der Hochspannungsraum geöffnet, so wird durch einen Hahn die Druckluftleitung zum Niederziehen der Bügel betätigt. Im Mittelraum des Wagens ist der beidseitige Führerstand mit dem Kontroller, dem Hilfsschalter für die Luftpumpe, dem Handrad für die Handbremse auf einer Säule in der Mitte und zwei kleinen Einankerumformern für je 4·5 kW angebracht; von letzterem ist jeder mit zwei Ankerwicklungen und Kollektor versehen, die in Reihe an den Fahrdraht und Erde angelegt sind und zwischen der Mitte der Wicklungen und Erde Strom von 710 V für Beleuchtung und für die Regelvorrichtungen der Haupttriebmotoren liefern. Jedem Umformer ist ein durch ein Relais nach Anlaufen des Maschinensatzes kurzschließbarer Anlaufwiderstand vorgeschaltet. Ein auf die Umformerwelle aufgesetzter

Digitized by Google

Ventilator liefert durch federnde Rohre 10 m³/mm Kühlluft für die Triebmotoren eines Drehgestelles. Jede Triebgestellachse wird mit einfacher Übersetzung (1 : 4·5) auf jeder Motorseite von einem vollständig geschlossenen Gleichstrommotor für 750 V, 205 kW Stundenleistung bei 32·5 km/h, angetrieben, der wie üblich an einem Querträger aufgehängt ist. Beim Anlaufen liegen alle vier Motoren an 1500 V, beim Lauf sind die beiden Motorgruppen parallel geschaltet. Die Anfahrzugkraft beträgt pro Motor 12 750 kg, die maximale Fahrgeschwindigkeit 72 km/h. Jede Lokomotive kann in 12 h vier Fahrten in einer Richtung mit 1270 t schweren Zügen und vier Fahrten in der Gegenrichtung mit Zügen, 725 t schwer, zurückzulegen und bei dem letzteren Zuggewicht auf Steigungen 1 : 100 anfahren. Der Motor wiegt ohne Triebwerke 2·856 t, der Anker mit Ringschmierung mißt 549·3, der Kollektor mit 195 Lamellen 460 mm im Durchmesser und ist 187·3 mm lang; die Tourenzahl beträgt bei 40 km/h 787 p. min; der Wirkungsgrad beträgt 92%. Die Motorregelung erfolgt durch Gußeisenwiderstände, die von elektromagnetischen, gegenseitig gesperrten Schützen geschaltet werden; letztere werden vom Fahrschalter beherrscht. Der Führer verstellt die Fahrschalterkurbel, durch die eine die Fahrwalze nachschleppende Feder gespannt wird; die Drehung der Fahrwalze erfolgt in Stufen, auf jeder Stufe durch ein Sperrwerk gehemmt, das durch einen Grenzschalter erst beim Sinken des Motorstromes unter einen bestimmten, aber einstellbaren Höchstwert freigegeben wird. Der Kontroller kann nach Sperren der automatischen Anordnung von Hand der Fahrtrichtungsschalter nur in der Nullstellung des Fahrtreglers verstellt werden; durch einen kleinen Handschalter wird der automatische Motorschalter ausgelöst. Für die Betätigung der Bremse, des Sandstreuers und des Stromabnehmers liefert eine Luftpumpe, von einem 1500 V-Motor betrieben, 1·47 m³ Druckluft von 7 at p. min.; ein selbsttätiger Druckregler bringt den Motor bei 5·6 at zum Anlauf und stellt ihn bei 7 at ab. Der Motor läuft auch an, wenn der Stromabnehmer von Hand aus gehoben wird. Ein Vorschaltwiderstand für den Motor wird durch ein Relais nach erfolgtem Anlaufen kurzgeschlossen. Die beiden Stromabnehmer sind als Scherenabnehmer mit je zwei federnden Aluminium-Schleifstücken gebaut; Strom wird also an acht Punkten abgenommen.
(E. T. Z. 39, Nr. 5, 1918 nach The Electrician 78, Nr. 8 ff.)

Die Energielieferung für die Bahnen in New York. W. Mey. Ende Juni 1914 haben die Stadtbahnen in New York in 12 359 Wagen 1813 Mill. Fahrgäste befördert. Während früher 15 Werke das Netz speisten, wurde 1910 Strom von nur dreien entnommen, dabei ist die Leistung eines Werkes (Durchschnitt) von 290 000 auf 366 000 kW gestiegen, die zusammen 1086 Mill. kWh liefern. Dabei ist man von den stehenden Dampfdynamosätzen von 7500 kW auf Turbodynamos von 30 000 kW übergegangen, die nicht mehr Platz eingenommen haben. In dem Maschinenraume von 28 × 135 m einer Zentrale, in dem früher 60 000 kW an Maschinen standen, sind jetzt 240 000 kW eingestellt. Die Anlagekosten stellen sich zu Mk. 135 gegen Mk. 4500 pro 1 kW Höchstleistung. Die Kesselleistung wurde durch forcierten Zug höhere Überhitzung erhöht und dadurch die Wirtschaftlichkeit um 7 bis 10% gesteigert. Dabei sind die Erzeugungskosten für 1 kWh von 2 bis 3 Pfg. auf 1·4 bis 1·5 Pfg. gesunken; man hofft auf 1·3 Pfg. herunterzukommen.

Für die Stromrückleitung sind besondere Kabel von den Schienen zur Zentrale verlegt; da aber die Bleimäntel der Kabel trotzdem Strom führen, wurden die Bleimäntel aller Kabel verbunden. Um das Übergreifen von Störungen in einem Kabel auf die anderen zu vermeiden, ist jedes Kabel über einen Magnetschalter an die Fahrschine gelegt und am anderen Ende über einen automatischen Ölschalter mit den Sammelschienen verbunden. Von der Zentrale aus kann der vorgenannte Schalter betätigt und dadurch das Kabel am Anfang und Ende abgeschaltet werden. Die Abschaltung kann auch selbsttätig durch ein beide Schalter betätigendes Relais erfolgen, das von dem in den Bleimänteln fließenden Strom beherrscht wird.
(Schweizer E. T. Z. 15, Heft 3, 1917.)

Vereins-Nachrichten.

Chronik des Vereines.

23. Jänner 1918: Vereinsversammlung. 1. Vortragsabend in der vom Elektrotechnischen Verein und vom Wasserwirtschaftsverbande der österr. Industrie veranstalteten Vortragsreihe zur Förderung des elektrischen Vollbahnbetriebes in Österreich. Vorsitzender: Der Vizepräsident des Wasserwirtschaftsverbandes der österr. Industrie Herr Hofrat Prof. Hochenegg. An dem Vortrage haben Vertreter des k. u. k. Kriegsministeriums, des k. k. Eisenbahnministeriums, des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten, des k. k. Handelsministeriums, der k. k. Generalinspektion der österr. Eisenbahnen, der k. u. k. Zentraltransportleitung, des k. u. k. technischen Militärkomitees, der Wiener k. k. Direktionen der österr. Staatsbahnen, der Generaldirektion der k. k. priv. Südbahn, der Direktion der niederösterr. Landesbahnen, der Wiener Lokalbahnen usw. teilgenommen; weiters waren Vertreter der niederösterr. Handels- und Gewerbekammer, des Bundes österr. Industrieller, des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines und der übrigen technischen und wirtschaftlichen Verbände und Korporationen anwesend.

Der Vorsitzende weist einleitend darauf hin, daß der Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie sich mit dem Elektrotechnischen Verein in Wien vereinigt hat, um durch eine Reihe öffentlicher Vorträge darzulegen, welche große Erfolge andere Länder hinsichtlich Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen aufzuweisen haben, während Österreich auf diesem Gebiete ungeachtet der besonders günstigen Vorbedingungen bisher trotz tüchtiger Ingenieurarbeit noch keine Ausführung aufweisen kann. Die mit großem Beifall aufgenommenen weiteren Ausführungen von Hofrat Hochenegg sind an erster Stelle dieses Heftes (Seite 113) veröffentlicht. Es ist die Veranstaltung von vier Vorträgen in Aussicht genommen, und zwar:

Dr. Ing. E. E. Seefehlner über: „Die elektrische Zugförderung auf der Püget-Soundstrecke der Chicago—Milwaukee—St. Paulbahn als Anregung und Vorbild für den elektrischen Betrieb auf den österreichischen Gebirgsstrecken".

Ing. P. Poschenrieder über: Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen".

Ing. L. v. Verebely über: „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien" und

Ing. G. Seeliger über: „Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters".

Der letztgenannte Vortrag findet **Mittwoch** den **13. März** 1918, **halb 7 Uhr** abends, im kleinen Saale des Industriehauses, III. Schwarzenbergplatz, statt.

Hierauf hielt Herr Direktor Dr. Ing. Seefehlner den angekündigten Vortrag, der auf Seite 115 dieses Heftes auszugsweise wiedergegeben ist.

Vorträge.

Diskussionsabend betreffend den Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft.

Die Diskussion zu dem am 21. Februar stattgehabten Vortrage des Herrn Sektionschef Dr. Arnold v. Krasny über den Gesetzentwurf über Elektrizitätswirtschaft findet Freitag den 15. März, **halb 7 Uhr** abends, im großen Saale des Österreich. Ingenieur- und Architekten Vereines, I, Eschenbachgasse 9, statt.

Es wird ersucht, die Teilnahme an der Diskussion umgehend an das Vereinssekretariat, VI, Theobaldgasse 12, anzumelden.

Wir machen darauf aufmerksam, daß dem Gesetzentwurf ein eingehender Motivenbericht angeschlossen ist; Gesetz und Motivenbericht können von der k. k. Staatsdruckerei, I, Seilerstätte 8 bezogen werden. Der Gesetzentwurf selbst war im Heft Nr. 6 vom 10. Februar d. J. veröffentlicht.

Die Vereinsleitung.

Einladung zur XXXVI. ordentlichen Generalversammlung.

Wir laden hiemit die Vereinsmitglieder zur Teilnahme an der Donnerstag, den 28. März d. J., ¾7 Uhr abends, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 11, stattfindenden XXXVI. ordentlichen Generalversammlung ein.

Tagesordnung:

1. Bericht über die Vereinstätigkeit im Vereinsjahr 1917/18.
2. Bericht über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1917. (Vgl. Seite 124 d. H.)
3. Bericht der Revisoren.
4. Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß.
5. Wahl eines Vizepräsidenten.
6. Wahl von 8 Ausschußmitgliedern.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren und Ersatzmänner.
8. Eventuelle Anträge (§ 8 der Statuten.)

Digitized by Google

Gebarungs-Ausweis zum 31. Dezember 1917.

	Einnahmen:	K	h	K	h
1.	Mitgliederbeiträge			23945	41
2.	Zinsen			3734	14
3.	Eingegangene Abschreibungen			62	—
4.	Zuwendungen			10067	40
5.	Maschinenvermittlung			15957	79
6.	Effekten-Kursgewinn			942	62
7.	Gebarungsüberschuß der Zeitschrift			4200	35
				58909	71

	Ausgaben:	K	h	K	h
1.	Bureauspesen:				
	a) Vereinslokalmiete	3480	—		
	b) Gehalte	24067	64		
	c) Beleuchtung und Beheizung	685	79		
	d) Postspesen	1744	37		
	e) Verschiedene Bureauspesen	7267	08		
	f) Beiträge für andere Vereine	465	—		
	g) Bibliothek	770	70		
	h) Steuern u. Pensionsversicherungen	1106	30	39586	88
2.	Vortragsspesen			952	06
3.	Zweigverein Brünn			285	—
4.	Vermögenszuwachs			18085	77
				58909	71

Bilanz am 31. Dezember 1917.

	Aktiva:	K	h	K	h
1.	Kassa:				
	a) Barbestand	1226	48		
	b) Postsparkasse	1959	48		
	c) N.-Ö. Esk.-Ges.	35803	—	38988	96
2.	Effekten:				
	K 26.500.— 4%ige österreichische Rente à 78·00 . . (Kurs 31./12.)	20670	—		
	K 6000·— 4%ige Wr. Kommunal-Anleihe à 87·00 . (Kurs 31./12.)	5220	—		
	3 Stück 4% ung. Hypotheken-Lose à 270·— . . (Kurs 31./12.)	810	—		
	2 Gewinstscheine à 31·00	62	—		
	K 15.000·— 5. österr. Kriegsanleihe amort. 90·75. . . (Kurs 31./12.)	13612	50		
	K 15.000·— 6. österr. Kriegsanleihe Schatzscheine 92·50 (Kurs 31. 12.)	13875	—		
	K 10.000·— 3. österr. Kriegsanleihe 90·75 . . . . (Kurs 31./12.)	9075	—	63324	50
3.	Mitgliederbeiträge: Rückständige Beiträge l. Mitgl.			471	86
4.	Debitoren: Buchforderungen laut Saldokonto			25668	30
				128453	62

	Passiva:	K	h	K	h
1.	Mitgliederbeiträge: Vorausbezahlte Beiträge pro 1918			1301	22
2.	Kreditoren: Laut Saldo-Konto			54621	58
3.	Baufonds			1000	—
4.	Hilfs- und Fürsorge-Aktion Saldo laut Konto-Korrent			3899	22
5.	Vereinsvermögen: Stand am 31. Dezember 1917			67631	60
				128453	62

Vergleich des Jahresergebnisses mit dem Voranschlag für 1917.

	Einnahmen:	Voranschlag K	h	Ergebnis K	h	Mehr K	h	Weniger K	h
1.	Mitgliederbeiträge	20000	—	23945	41	3945	41	—	—
2.	Zinsen	2600	—	3734	14	1134	14		
3.	Zuwendungen	2700	—	10067	40	7367	40	—	—
4.	Eingegangene Dubiose	—	—	62	—	62	—		
5.	Maschinenvermittlung	—	—	15957	79	15957	79		
6.	Effekten-Kursgewinn	—	—	942	62	942	62		
7.	Gebarungsüberschuß d. Z.	—	—	4200	35	4200	35		
		25300	—	58909	71	33609	71		
	Mehreinnahmen					33609	71		
	ab Mehrausgaben					3423	94		
	Mehreinnahmen geg. den veranschl. Abgang von	12100				18085	77		

	Ausgaben:	Voranschlag K	h	Ergebnis K	h	Mehr K	h	Weniger K	h
1.	Neuanschaffungen	600	—	—	—	—	—	600	—
2.	Gehalte u. Bureauspesen	30000	—	39586	88	9586	88		
3.	Vortragsspesen	800	—	952	06	152	06		
4.	Zweigverein Brünn	—		285	—	285	—		
5.	Gebarungsausfall d. Z.	6000		—	—	—	—	6000	—
		37400	—	40823	94	10023	94	6600	—
	ab Plus							10023	94
	Mehrausgaben							3423	94

Voranschlag für 1918.

	Einnahmen:	K	h
1.	Mitgliederbeiträge	24000	—
2.	Zinsen	4000	—
3.	Zuwendungen	10000	—
		38000	—
	Abgang	11000	—

	Ausgaben:	K	h
1.	Neuanschaffungen	2000	
2	Gehalte und Bureauspesen	40000	
3.	Vortragsspesen	2000	
4.	Gebarungsausfall der Zeitschrift	5000	
		49000	

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seid... des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
17. März 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 11.
36. Jahrgang.

INHALT:

Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen für die Errichtung von Elektrizitätswerken 125

Elektrizitätsgroßwirtschaft und Wasserkraftausnutzung. Von Ing. Josef Rosshaendler 126
Rundschau 131
Chronik 133

Literatur-Bericht 133
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 134
Vereinsnachrichten 136

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen für die Errichtung von Elektrizitätswerken.

Die Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen für elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen ist eine der Grundbedingungen für die erfolgreiche Durchführung des Elektrizitätsversorgungsprogrammes. Durch diese Vereinheitlichung soll das Zusammenarbeiten benachbarter Elektrizitätswerke auf ein gemeinsames Netz bezw. der Zusammenschluß für gegenseitige Aushilfe bei Betriebsstörungen und für Belastungsausgleiche ermöglicht werden; andererseits kann hiedurch die einheitliche Gestaltung der Konsumenteneinrichtungen (Motoren, Glühlampen und Verbrauchsapparate) erreicht werden.

Von der Einflußnahme des Staates auf die Festlegung der Stromart, der Periodenzahl und der Spannungen bei Errichtung von Elektrizitätswerken wird gerade im Interesse der Erzielung eines vollen Erfolges bei der Elektrizitätsversorgung nicht Abstand genommen werden können. Tatsächlich ist auch in dem von der Regierung dem Abgeordnetenhause vorgelegten Gesetzentwurfe über die Elektrizitätswirtschaft die Einflußnahme des Staates auf die Projektierung und Ausführung der Werke in technischer Hinsicht vorgesehen. Die Elektrizitätsindustrie würde die Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen wegen der hiedurch bedingten Erleichterungen für die Erzeugung gewiß nur begrüßen können.

Der Ausschuß des Elektrotechnischen Vereines hat das Studium der vorliegenden Vereinheitlichung beschlossen und hiefür ein eigenes Komitee eingesetzt, in welches das k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten und die in Betracht kommenden Interessenten Vertreter entsendet haben.

Das Komitee, Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk, hat sich vorerst mit den für elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen in Betracht kommenden Spannungen und Periodenzahlen befaßt. Elektrische Bahnanlagen wurden zunächst nicht berücksichtigt. Die gepflogenen eingehenden Beratungen haben dazu geführt, in den Richtlinien, deren Aufstellung in Aussicht genommen ist, die Periodenzahl von 50 in der Sekunde sowie die nachstehenden Spannungen als Normalspannungen zu empfehlen:

1. Normale Gebrauchsspannungen für elektrische Licht- und Kraftanlagen:

a) für Gleichstrom: 110, 220, 440, 500 V;

b) für Wechselstrom: 110, 220, 380, 500 V.

2. Netzspannungen: 2000, 3000, 6000, 10 000, 15 000, 20 000, 30 000, 50 000, 80 000, 110 000, 150 000 V.

Von den angeführten Spannungen sollen die Spannungen von 2000 bis einschließlich 30 000 V als Spannungen im Netz, das heißt als Abgabespannungen gelten. Die Spannungen von 50 000 V bis 150 000 V sollen als Normalspannungen für Fernübertragung in der Zentrale gelten.

Die Auswahl der Spannungen erfolgte einerseits unter Berücksichtigung der zur Zeit in Österreich hauptsächlich in Verwendung stehenden Netzspannungen, andererseits mit Rücksicht auf die in den „Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten" des Verbandes Deutscher Elektrotechniker für Hochspannungsapparate festgesetzten Nennspannungen von 1500, 3000, 6000, 12 000, 24 000, 35 000 (50 000, 80 000, 110 000, 150 000 und 200 000) V. Auf Grund der Errichtungvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sollen die Apparate bis 35 000 V auch für die bis 15% über den Nennspannungen liegenden Spannungen anwendbar sein. Mit den nach diesen Richtlinien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entworfenen Hochspannungsapparaten wird bei den vom Komitee in Aussicht genommenen, vorstehend angeführten Normalspannungen von 2000 bis 30 000 V im allgemeinen das Auskommen gut gefunden werden. Für die in Aussicht genommenen höheren Normalspannungen von 50 000 bis 150 000 V mußte im Hinblick auf die erwähnten Richtlinien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker festgesetzt werden, daß diese Spannungen jeweils als Spannungen der in Betracht kommenden Zentrale gelten sollten, da die Hochspannungsapparate gemäß den Richtlinien des Verbandes für diese Spannungen ausgelegt sind und in Anlagen, in welchen sie verwendet werden, demnach höhere Spannungen nicht vorkommen dürfen.

Die vorangegebenen Vorschläge werden hiemit zur allgemeinen Besprechung gestellt, mit dem Ersuchen, Anträge hiezu ehestens dem Vereinssekretariat zu übermitteln. Mit Rücksicht auf die besondere Wichtigkeit, die dem Gegenstande zukommt, ist eine rege Beteiligung der interessierten Kreise an der Besprechung sehr erwünscht. Die einlaufenden Anträge werden dem Komitee vorgelegt und wird letzteres erst nach neuerlicher Beratung der bezüglichen Anträge endgültig für das abzugebende Gutachten Beschluß fassen.

Die Vereinsleitung.

Digitized by Google

Elektrizitätsgroßwirtschaft und Wasserkraftausnutzung.

Von Ing. **Josef Rosshaendler**, Wien*).

Im Laufe der Erörterungen ist die Wirtschaftlichkeit unserer Wasserkräfte der Auswertung heimischer Kohle gegenüber, namentlich vor dem Kriege, angezweifelt worden. Es wurde darauf verwiesen, daß die Nachbarländer, die Schweiz und Italien gar keine, Frankreich verhältnismäßig wenig Kohle besitzen, daß somit diese Länder für unsere Verhältnisse nicht maßgebend sein können, um so weniger, als deren Flüsse eine bessere Wasserführung infolge der Gletscher und vorgelagerten Seen, eine geringere Schotterführung und mindere Erschwernisse durch Eisführung aufweisen. Mit einigen dürftigen Zahlen wurden die Erstellungs- und Betriebskosten von Wärmekraftwerken gestreift, um die Behauptungen der Unwirtschaftlichkeit der Wasserkräfte im allgemeinen zu stützen. Schließlich wurden die großen Fernleitungskosten hervorgehoben und die Wirtschaftlichkeit von Fernkraftwerken bestritten. Es erscheint deshalb unbedingt erforderlich, diesen Gegenstand in erster Linie zu erörtern und zahlenmäßig zu prüfen, ob diese Einwendungen zutreffend sind. Ohne zur Zahl zu greifen, ist ein abschließendes Urteil unmöglich, da sich mit Worten allein bekanntlich trefflich streiten läßt.

Vor dem Kriege wurden nach Mitteilung der Vertretung der Siemens-Schuckert-Werke die Herstellungskosten kalorischer Elektrizitätswerke ohne Übertragungs- und Transformationseinrichtungen mit K 250 pro ausgebautes kW ermittelt; gegenwärtig sollen derartige Anlagen das Zweieinhalbfache kosten. Hiezu müssen 20% an Reserveanlagen gerechnet werden, weil ohne diese ein kontinuierlicher Betrieb nicht gewährleistet werden kann und die Gleichstellung mit hydraulischen Werken die Einrechnung der Reserve erfordert, da auch diese mit Reserven ausgestattet werden müssen. Somit kostet das ausgebaute kW K 300; bei einem Betriebsfaktor von 15% ergeben sich K 45 an festen Kosten für das Jahres-kW. Bei hydraulischen Anlagen rechnet man einen 10%igen Betriebsfaktor, da derartige Werke weit weniger der Abnützung unterliegen, geringe Erhaltungskosten, und zufolge der längeren Lebensdauer geringere, jährliche Amortisationen erheischen. Im weiteren muß vorausgeschickt werden, daß große Wärmekraftwerke, wie z. B. die Elektrizitätswerke der Stadt Wien, moderne Anlagen vorausgesetzt, 1·2 kg hochwertiger Kohle von zirka 6000 Kalorien zur Erzeugung einer kWh benötigen. Unter Einbeziehung des Schmier- und Putzmaterials sind somit für eine kWh 3 Heller an veränderlichen Kosten vor dem Kriege zu rechnen.

Was nun die Kosten großer Niederdruckanlagen vor dem Kriege betrifft, so schwankten dieselben zwischen K 650 und K 800 pro kW, wobei höhere Mittelwasserleitungen den Wirtschaftsberechnungen zugrunde lagen, in der Voraussetzung, daß durch geeignete Maßnahmen die fehlende Energie bei Niederwasser zu bedecken ist. Demzufolge hat man als Kosten des Jahres-kW K 80 für Niederdruckkräfte zu rechnen. Nachdem wir einer Kupplung von Niederdruckwerken mit Akkumulierungswerken das Wort reden, so müssen auch die diesbezüglichen Kosten herangezogen werden. Hier konnte man mit 60 Heller Anlagekosten pro kWh als Höchstbetrag vor dem Kriege rechnen. So kostete beispielsweise die Thaya 18 Mill. Kronen und ergab 30 Mill. kWh, die Sperre bei Traußnitz einen ähnlich hohen Betrag mit 50 Mill. kWh, somit die kWh im ersten Falle 6 Heller, im zweiten Falle nur 3·6 Heller. Wir wollen bei dem Kostenvergleich die höhere Zahl zugrunde legen.

Wenden wir diese Voraussetzungen nun auf ein praktisches Beispiel an: Angenommen, daß vor dem Kriege nur ein Drauwerk von 30 000 kW-Leistung mit Reserven bis zu 35 000 kW und einer Gesamtleistung von 220 Mill. kWh erstellt und durch eine einfache Leitung von 110 000 V mit Wien verbunden worden wäre. Demgegenüber stünde eine kalorische Anlage, die in Wien selbst errichtet worden wäre. Das gewählte Beispiel ist somit für die Wasserkraft höchst ungünstig. Mit Berücksichtigung der Leitungsverluste kämen aus der Wasserkraft 90 Mill. kWh durch 3000 h im Jahre zur Ausnutzung. Die Leitung von 270 km hätte vor dem Kriege zirka 8 Mill. Kronen gekostet und 2 Mill. Kronen mögen für die Transformationsanlage in Wien in Anschlag gebracht werden. Die hydraulische Anlage hätte somit an Kapital erfordert:

30 000 kW zu K 800	K	24 000 000
Einfache Leitung	„	8 000 000
Transformation	„	2 000 000
	K	34 000 000

Die jährlichen Betriebskosten wären mit 10%	K	3 400.000
hiezu sind zu rechnen zirka 6 Mill. kWh an Fehlenergie zu 6 Heller	„	360 000
zusammen	K	3 760 000.

Das Jahres-kW hätte somit in Wien

$$\frac{3\,760\,000}{30\,000} = \text{rund K } 125$$

oder die kWh 4·2 Heller gekostet.

Es ist weiter zu berücksichtigen, daß von dem Drauwerk 80 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke am Erzeugungsorte zu einem Preise von 1·5 Heller für die kWh hätten abgegeben werden können, wodurch sich die Kosten des Jahres-kW in Wien auf K 85 die kWh auf 2·9 Heller ermäßigt hätten.

Das Wärmekraftwerk erfordert an Anlagekosten	K	9 000 000
die jährlichen Betriebsausgaben somit	„	1 350 000
die Brennstoffkosten für 90 Mill. kWh zu 3 Heller	„	2 700 000
zusammen	K	4 050 000

Das Jahres-kW stellt sich auf K 135; die kWh auf 4·5 Heller.

Aus diesem, der Praxis entlehnten Beispiel geht einwandfrei hervor, daß schon ein einzelnes Drauwerk trotz der Fernleitung mit einem Wärmekraftwerke in Wien erfolgreich hätte in Wettbewerb treten können.

Die enorme Verteuerung der Kohlen haben diese Verhältnisse noch mehr zugunsten der Wasserkräfte geändert. Welche Summe von Wohltaten hätte uns aber das hydraulische Werk gebracht! In Wien wären 10 000 Waggons Kohle, viele Millionen und ungezählte Leiden erspart worden und unsere Monarchie hätte rechtzeitig den so dringend benötigten Kalkstickstoff in ausreichender Menge erhalten können. Unter solchen Umständen sollte man wahrlich von der Minderwertigkeit unserer Wasserkräfte nicht reden dürfen!

In nachfolgender Tabelle sind die Vergleichspreise kalorischer und hydraulischer Werke bei verschiedener Benutzungsdauer nach den Verhältnissen vor dem Kriege zusammengestellt. Daraus ergibt sich, daß bis zu 3000 Benutzungsstunden im Jahre die hydraulische Niederdruckanlage pro kW und Jahr und pro kWh die niedrigsten Kosten aufweist, im weiteren, daß für Kleinindustrien, für Lichtverbraucher und für landwirtschaftliche Betriebe die Akku-

*) Vortrag gehalten am 10. Jänner 1917 im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein in der Diskussion zu dem gleichnamigen Vortrag des Autors vom 8. November 1917, veröffentlicht im Jahrgang 1917, Seite 585; vgl. auch Heft 9 d. J., Seite 101.

Digitized by Google

Bezeichnung	Benutzungsdauer in h	Kalorische Anlage		Niederdruckanlage		Hydraulische Spitzendeckung	
		Jahres-kW in Kronen	kWh in Heller	Jahres-kW in Kronen	kWh in Heller	Jahres-kW in Kronen	kWh in Heller
Elektrochemische Industrien	8000	258	3·6	80	1·0	480	6
Großindustrien, 20- bis 24stündig	6000	228	3·8	80	1·4	360	6
Industrien, 10stündig	3000	135	4·5	80	2·8	180	6
Kleinindustrie, Gewerbe, 10stündig	1000	75	7·5	80	8·0	60	6
Licht	500	60	12·0	80	16·0	30	6
Landwirtschaftliche Betriebe	300	54	18·0	80	27·0	18	6

mulierungsanlagen pro kW und Jahr und pro kWh die niedrigsten Kosten ergeben, daß somit von allen möglichen Kombinationen die der Niederdruck- mit der Akkumulierungsanlage die billigsten Erzeugungskosten ergeben. Eine weitere Tatsache ergibt sich daraus, daß elektrochemische Industrien oder Großindustrien nur von Niederdruckanlagen ökonomisch bedient werden können. Nachdem nun jede Anlage, sowohl die kalorische Großkraftanlage als die hydraulische Anlage Fernleitungen erheischt, und zwar solche großer Aufnahmsfähigkeit, so erscheint es naturgemäß, diese Fernleitungen zu verbinden, um die Mischung in der Leitung zu bewirken. Hiemit erscheint der Beweis meiner Behauptung erbracht, daß die Kombination von Niederdruckwerken mit Spitzenwerken oder Akkumulierungsanlagen, bei Verwendung geeigneter Fernleitungen die beste Lösung bedeutet.

In diesen Vergleichsberechnungen sind die anderen volkswirtschaftlichen Vorteile, die im Ausbau der Wasserkräfte gegenüber der Benutzung unserer Kohlenlager liegen, nicht berücksichtigt; somit müßte man auch bei gleichen Kosten den Ausbau von Wasserkräften gegenüber kalorischen Anlagen vorziehen.

Wir benötigen in der nächsten Zeit unsere gute Kohle für Schiffahrtszwecke, wir werden Mangel haben an Männern zur Förderung der Kohle; wir leiden Not an den Transportmitteln. Wir tun besser, die Kohle ins Ausland zu schicken um dort im Güteraustausch, ohne unsere Valuta zu verschlechtern, Kompensationsgüter zu erhalten. Wir wissen, daß die menschliche Arbeitskraft sich immer mehr verteuert, die Kohle somit immer teurer wird, wir wissen, daß unsere Kohlenlager sich schließlich erschöpfen und müßten somit unter Bedachtnahme auf diese Momente mit aller Energie dahin wirken, die unvergänglichen Naturschätze auszunutzen, und die vergänglichen unseren Kindern und Kindeskindern zu überlassen. Wir betrachten es deshalb als eine Versündigung gegenüber unserer Volkswirtschaft, wenn wir trotz dieser Erkenntnis noch immer davon sprechen, statt Wasserkräfte auszubauen, kalorische Elektrizitätswerke zu errichten.

Mein Vortrag wurde als ein Zweckvortrag bezeichnet. Ich gestehe dies unumwunden zu, denn es erscheint mir zwecklos, immer und immer nur über die Erzeugung von Elektrizität im allgemeinen zu sprechen, ohne auf bestimmte Vorschläge einzugehen und ohne die praktische Seite der Sache zu berücksichtigen. Ich habe deshalb nach Darlegung allgemeiner Gesichtspunkte einen Zweckvorschlag gebracht für die Zeit der Übergangswirtschaft und gesagt, dieser Vorschlag soll im Rahmen einer plangemäßen Gesamtausführung der Elektrizitätswirtschaft und der Wasserkraftausnutzung liegen. Er soll die Möglichkeit bieten, möglichst rasch zu ausgiebiger und billigerer Elektrizität zu gelangen. Wenn mir ein anderer Vorschlag, der noch zweckdienlicher ist, gebracht wird, so wäre ich der Erste, der bereit ist, einem solchen meine vollste Zustimmung zu geben und zu erklären, hier liege das Bessere, man nehme dies! Ich begrüße es deshalb, daß das Projekt einer Wasserkraftanlage an der Donau bei „Wallsee" ebenfalls als Zweckvorschlag gebracht wurde.

Ich habe, wie Sie sich erinnern, in meinen Ausführungen die Donau als Kraftquelle nicht ausgeschlossen, sondern nur erklärt, die Frage der Ausnutzung der Donauwasserkräfte muß einheitlich studiert werden. Für die Übergangswirtschaft scheint mir auch das „Wallseeprojekt" nicht reif. Das Projekt wurde im Jahre 1912 von einem Syndikate hochstehender Persönlichkeiten überreicht; im Jahre 1913 fand eine Vorprüfung statt, im Sinne des § 79 des oberösterr. W. R. G., ob dasselbe für die wasserrechtliche Verhandlung geeignet ist. Wie Sie gehört haben ist erst im Jänner 1918, also nach sechs Jahren erklärt worden, das Projekt sei nun zur wasserrechtlichen Verhandlung geeignet*). Bei allem Optimismus wird man nicht annehmen können, daß eine rechtsgültige Konzession von dieser Bedeutung, welche bis zu den Verwaltungsbehörden wird gelangen müssen, vor Ablauf von drei bis vier Jahren wird erhältlich sein. Erfahrungsgemäß braucht es drei Jahre, damit eine Konzession in allen Instanzen rechtsgültig wird, bei allem Hochdruck. Es sind jedoch vielfache Einwendungen öffentlicher und privater Natur zu erwarten und dieselben erheischen bei dem Umfange des Projektes eine eingehende und gründliche Behandlung. Wenn man weiter annimmt, daß in einem Jahre, nach rechtsgültiger Konzession, die Kapitalsbeschaffung sichergestellt sei, so wird man nicht vier Jahre, wie die Projektanten annehmen, sondern mindestens fünf, wahrscheinlich sechs Jahre benötigen, um einen derartigen Bau zu vollenden. Bestenfalls würden somit zehn Jahre verfließen, bis dieses Projekt verwirklicht sein wird. Das ist entschieden eine zu lange Zeit, die Übergangswirtschaft erfordert raschere Hilfe.

Wenn es auch nicht zur Sache gehört, so muß ich doch auf die Genesis des Projektes „Wallsee" zurückgreifen, weil uns mit Emphase versichert wurde, daß der gesamte mächtige Konzern der Siemens-Schuckert-Werke hinter diesem Projekte stehe und andererseits, weil uns gesagt wurde, das Projekt rühre von einer bewährten Schweizer Baufirma her. So liegen die Verhältnisse denn doch nicht. Das Projekt rührt von dem Techniker Fischer, bekannt unter dem Namen Fischer-Reinau her. Für dieses Projekt gelang es dem Genannten, ein Konsortium hochmögender Persönlichkeiten zu finden, welches unter dem Namen „Syndikat für den Ausbau der Donauwasserkraft bei Wallsee" bekannt ist. Die Schweizer Baufirma Locher hat dann dieses Projekt, nachdem es bei der ersten wasserrechtlichen Vorbesprechung als ungeeignet befunden wurde, einer Neubearbeitung unterzogen. Bei jenen wasserrechtlichen Verhandlungen in der oberösterreichischen Statthalterei, wurden nun die schwersten Bedenken öffentlicher Natur gegen das Projekt vorgebracht, nicht nur in dessen konstruktiven Details,

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 7, Anz., Seite 27.

Digitized by Google

welche abgeändert werden können, sondern gegen die Anlage des Stauwehres selbst. Es wurden trotz eines Aufgebotes namhafter Experten: Herr Hofrat Professor Kreuter in München, Herr Professor Heim in Zürich, von den Kennern der Donau Bedenken gegen die Erstellung eines Stauwehres, gegen die Unterbindung der Schotterführung, gegen die Gefahren des Eisganges erhoben und diese Bedenken des Näheren und Ausführlichen begründet. Wenn es somit zu einer wasserrechtlichen Verhandlung auch kommen sollte, so ist keineswegs damit gesagt, daß es zu einer Konzessionierung kommen wird und wenn es selbst zu einer Konzessionierung kommen sollte, so erscheint die Wirtschaftlichkeit der Anlage fraglich. Ich befasse mich deshalb gar nicht mit den von den öffentlichen Faktoren, von berufenen Ingenieuren und Fachleuten vertretenen Einwendungen gegen die Erstellung des Stauwehres, sondern lediglich mit der Wirtschaftlichkeit.

Aufgebaut ist das Projekt darauf, daß zuweilen infolge Eisgang das Wehr geöffnet wird und daß infolgedessen die Leistung des Werkes bis auf Null heruntersinkt. Wieviel Tage dies im Jahre sein wird vermag naturgemäß niemand früher zu bestimmen, das hängt von den Witterungsverhältnissen ab, allein man muß dann mit der Tatsache rechnen, daß man Reserveanlagen haben müßte, welche den teilweisen oder gänzlichen Ausfall decken. Wie denkt nun das Syndikat „Wallsee" diese Deckung zu bewerkstelligen?

Eine Zeitlang wurde das Krems-Kamp-Projekt als Spitzendeckungsanlage in Aussicht genommen. Diese Idee ist, weil undurchführbar und nicht wirtschaftlich, fallen gelassen worden und es wird heute gesagt, Zillingsdorf sei bestimmt, diese Spitzendeckung zu bewerkstelligen. Vergegenwärtigen wir uns nun einen derartigen Betrieb. Das Werk Zillingsdorf müßte einen Ausbau erfahren in der Höhe des Bedürfnisses der Primäranlage und der ganze Werksbetrieb müßte aufrecht erhalten werden, damit zu Zeiten der Unterbrechung dasselbe einspringt. Ein derartiger Betrieb ist an und für sich unmöglich, wirtschaftgar nicht denkbar.

Die genannte Firma Locher hat die Baukosten der Anlage mit Ausschluß der elektrischen Kraftübertragung, Transformatorenhäuser usw. mit 81·5 Mill. Kronen veranschlagt. Diese Kosten wurden bereits vor dem Kriege als zu niedrig bezeichnet. In dieser Kostensumme war enthalten: Bauzinsen von 7·5 Mill. Kronen, nämlich für eine Bauzeit von vier Jahren zu 5%. Wir haben bereits hervorgehoben, daß diese Bauzeit eine viel zu kurze ist, und daß weiters mit Zinsverlusten zu rechnen ist für einige Jahre bis zur vollen Ausnutzung der Anlage, so daß vor dem Kriege dieser Zinsenbetrag hätte um nahezu 8·5 Mill. Kronen bis zu 10 Mill. Kronen erhöht werden müssen, wodurch sich die Kosten auf 90 Mill. Kronen erhöht hätten. Im Ferneren sind in diesem Kostenbetrage nicht enthalten: die Vorspesen, Konzessionserwerbung usw., welche vom Syndikate einmal mit 20 Mill. Kronen, einmal mit 10 Mill. Kronen angegeben wurden. Die Minimalkosten nach eigenen Berechnungen hätten somit ohne Fernübertragung 100 Mill. Kronen ausgemacht. Ein größeres Schweizer Finanzinstitut, welches eine Nachprüfung übernommen hat, ist auf einen Kostenbetrag von 135 Mill. Kronen gelangt. Für die elektrische Kraftübertragung haben die Projektanten gerechnet für 150 km Länge 15 Mill. Kronen. Auch diese Kosten waren viel zu gering bemessen. Die Erzeugungsmöglichkeit beträgt 700 Mill. kWh. Die Angaben von 800 Mill. kWh beziehen sich auf die volle hydraulische Leistung, aber nicht auf die benutzbare. Rechnet man auch bei diesen einen 10%igen Betriebsfaktor, so ergeben sich . . . . . K 13 500 000
jährliche Ausgaben, zuzüglich . . . . . „ 1 000 000
für Baggerungen, welche die Projektanten
selbst angenommen haben, zusammen . K 14 500 000
Ausgaben. An kWh stehen zur Verfügung 700 Mill.

Wenn nun ähnlich, wie bei den anderen Rechnungsbeispielen, die Ausnutzung mit 33%, das ist mit 3000 h angenommen wird, so ergeben sich rund 240 Mill. kWh benutzbare Leistung, das gibt pro kWh einen Preis von zirka 6 Heller. Wenn man auch da für elektrochemische Zwecke an die 200 Mill. kWh rechnet und hiefür 3 Mill. Kronen erlöst, so ergeben sich noch immer zirka 5 Heller pro kWh. Hiezu sind aber noch zu rechnen die Kosten der Beschaffung der Fehlbeträge und wenn man von den 240 Mill. kWh nur 6% rechnet, die zu beschaffen sind, das sind rund 16 Mill. kWh, so ergeben sich an Ausgaben, die kWh gerechnet zu einem Preise von 6 Heller, 1 Mill. Kronen, wodurch sich die Gesamtausgaben erhöhen auf 12·5 Mill. Kronen und wodurch der Preis auf 5·25 Heller steigt.

Auch diese Rechnungen gelten für die Verhältnisse vor dem Kriege. Wir haben beim Drauwerke einen Preis von 2·9 Heller, hier einen Preis von 5·25 Heller loko Wien errechnet. Von dieser Anlage ist somit zu sagen, daß sie nach den heutigen Verhältnissen, insolange bessere Wasserkräfte zur Verfügung stehen, noch nicht ausbauwürdig ist und infolgedessen muß man rein wirtschaftlich das Urteil fällen: es hat keinen Zweck, vorerst die unwirtschaftlichen Wasserkräfte auszubauen, bevor nicht die wirtschaftlichen ausgebaut werden. Es wird sich keine, der Verantwortung bewußte Institution, sei es Privatkapital oder öffentliches Kapital, finden, welche derartige Summen in ein einzelnes Werk investiert, ein Novum schafft, ohne die Sicherheit zu haben, daß nicht besseres möglich ist.

Mit diesen Ausführungen glaube ich den Nachweis erbracht zu haben, daß das Projekt „Wallsee" für die Übergangswirtschaft sicherlich nicht in Frage kommt. Daß die Donauwasserkräfte später dennoch zur Verwirklichung gelangen werden, mag zutreffen, allein für die nächste Zukunft, für unsere Elektrizitätswirtschaft werden sie vorläufig keine Bedeutung haben können.

Sowohl in dem Vorschlage die Drauwasserkräfte zu verwerten, als in demjenigen der Verwertung des Donaukraftwerkes bei „Wallsee" wird auf die Bedürfnisse Wiens Rücksicht genommen. Nur bestehen zwischen den beiden Vorschlägen ganz wesentliche Unterschiede.

Die Vorschläge für Ausnützung der Draukraft sehen einen etappenmäßigen Ausbau und die allmähliche Zuführung von Energie für die wachsenden Bedürfnisse Wiens aus mehreren Kraftquellen vor, um auf diese Weise:

1. die Gefahr des Versagens des einen oder anderen Kraftwerkes zu vermindern und
2. einen langsamen Ersatz durch Wasserkraft an Stelle der Dampfkraft zu errichten, ohne aber die Dampf-Elektrizitätswerke der Stadt Wien außer Betrieb zu setzen.

Man muß sich vor Augen halten, daß die Dampf-Elektrizitätswerke der Stadt Wien im Stadtbereiche bestehende Anlagen sind, die größtenteils abgeschrieben wurden und infolgedessen bei der Wirtschaftsrechnung in erster Linie nur mit den reinen Kohlenkosten zu rechnen haben. In jedem Falle wird die Sicherheit des Betriebes einer Großstadt wie Wien es erfordern, einen erheblichen Teil dieser Werke ständig in Betrieb zu halten. Es bleiben dadurch die sonstigen Betriebsspesen nahezu gleich und sind lediglich die Kohlenkosten zu ersparen.

Digitized by Google

Wenn man auch die Kohlenkosten für Wien hoch rechnet, so wird es immerhin schwer fallen, mit einem Wasserwerk irgend welcher Art hier wirtschaftlich in Wettbewerb zu treten. Das Zillingsdorfer Werk wird auf einen Ausbau, welcher dem Kohlenvorkommen entspricht, gelangen und lediglich das Bestreben haben, in ökonomischer Weise gleichmäßig durchzuarbeiten. Nachdem jedoch Wien jährlich einen Zuwachs von 10 bis 15% an elektrischer Energie hat, so wird nach drei bis vier Jahren, nach Eintritt des Friedens, eine Zusatzleistung von 30 000 bis 40 000 kW notwendig werden, um den wachsenden Bedürfnissen gerecht zu werden. Für diese neue Leistung hat nun irgend ein Wasserwerk in Wettbewerb zu treten und hier mit vollem Erfolg, weil nicht nur die Kohlenkosten zu rechnen sind, sondern die erweiterten Betriebskosten, Amortisationen usw. Mit den Vorschlägen des allmählichen Ausbaues der Drauwasserkräfte können wir diesen Bedürfnissen gerecht werden, ohne das Bestehende umzustürzen, während die Vorschläge „Wallsee" nur dann überhaupt diskutabel sind wenn die Stadt Wien ihren gesamten Bedarf an elektrischer Energie aus Wallsee bestreitet.

Auf den enormen Spitzenbedarf bezw. auf die enorme Reserveleistung haben wir bereits hingewiesen und gezeigt, daß es wirtschaftlich nicht angängig ist, ein Kohlenbergwerk und eine Kraftzentrale nur für außerordentliche Fälle des Unterbruches des Primärwerkes aufrecht zu erhalten.

Was nun die Fernleitungsfrage anbelangt, so ergibt sich sowohl bei dem Wallseeprojekt als bei dem Drauprojekte die Notwendigkeit, hochgespannte Leitungen auf größere Distanzen zu erstellen, beim Wallseeprojekt 150 km, beim Drauprojekt zirka 270 km. Während aber die Leitung Wallsee ausschließlich Niederösterreich und Wien dient, dient die Leitung aus dem Draukraftwerk auch noch allen anderen Bedürfnissen Steiermarks. Ohne Lösung des Leitungsproblems lassen sich Großwasserkräfte überhaupt nicht verwerten und es ist gleichgültig, inwieweit die Analogie zwischen Leitungen und Bahnen zutrifft. Die Leitungen ermöglichen uns, die Bahnen zu entlasten und die Energie in einer anderen Form zu befördern.

Eine weitere wichtige Frage, die angeschnitten wurde, ist: Von wem soll die Elektrifizierung unserer Monarchie durchgeführt werden? Soll diese Elektrifizierung ausschließlich dem Privatkapital oder ausschließlich dem Staate überlassen werden? Für beide Anschauungen können vielfache Gründe und Argumente beigebracht werden mit ebensoviel Berechtigung für die Ablehnung wie für die Annahme. Eines ist jedoch sicher, daß, wer auch immer der Träger dieser Elektrizitätswirtschaft ist, eine Einheitlichkeit unbedingt notwendig ist. In der gemischt-wirtschaftlichen Gesellschaft wird der Versuch gemacht, die Nachteile der einen und anderen Form möglichst auszumerzen. Es soll bei der gemischt-wirtschaftlichen Form die erstrebte Privatinitiative sich entfalten, andererseits die Bestrebungen des Privatkapitals nach ausschließlichem Gewinn durch Beteiligung öffentlicher Faktoren verhindert werden. Verfolgt man diesen Gedanken bei uns zu Lande, so gelangt man auf das politische Gebiet. Bei der Verschiedenheit unserer Kronländer wird es kaum angängig sein, dem Staate allein das Monopol zu überantworten. Jedes Kronland wird das Bestreben haben, die Elektrizitätswirtschaft in seiner autonomen Verwaltung zu erhalten. Die Gemischtsprachigkeit einzelner Kronländer und namentlich der Umstand, daß die Industrie in diesen gemischtsprachigen Ländern andere Bestrebungen hat als die Landesverwaltungen, weisen den Weg, durch eine gemischt-wirtschaftliche Gesellschaft, bei welcher Staat und Länder beteiligt sind, diese Schwierigkeiten zu umgehen.

Man beherzige, daß in der Übergangszeit etwas Positives geschaffen werden muß, um unsere Gütererzeugung zu erhöhen, um den Bedürfnissen der Bevölkerung gerecht zu werden, um die Wiener Wohnungsfrage zu lösen und in Verbindung damit die Untergrundbahnen usw. und daß infolgedessen es unbedingt notwendig erscheint, mit positiven Vorschlägen zu kommen. Dies war Zweck meiner Anregungen.

Auf die vorstehenden Ausführungen des Herrn Ing. Rosshaendler erwiderte Herr Ing. **Brock** das Folgende:

Es wird niemand, der meinen Ausführungen unbefangen gefolgt ist, daraus ableiten können, daß ich den Ausbau von Wasserkräften überhaupt als unrentabel hingestellt oder die Wirtschaftlichkeit von Fernkraftwerken bestritten hätte. Meine Bemühungen um den Ausbau der Donauwasserkräfte beweisen sicherlich das Gegenteil.

In den Veröffentlichungen des Herrn Dr. Ing. Walter Conrad findet sich bezüglich des Vergleiches der Wasserkräfte und Dampfanlagen ein dem meinen ganz ähnlicher Standpunkt. Herr Direktor Rosshaendler versucht aber mit dem mir gegenübergestellten Ziffernmaterial meine Ausführungen und gezogenen Schlußfolgerungen zu entkräften. Das vorgebrachte Ziffernmaterial zwingt mich, nochmals kurz darauf zurückzukommen.

Ich habe dem Werte von K 250 für das installierte kalorische kW gegenübergestellt den groben Durchschnittswert, wie er sich für unsere österreichischen Verhältnisse bei Wasserkraftanlagen für die Einheit bei neunmonatlichem Mittelwasser ergibt. Wenn die Anlagekosten für kalorische Kraftwerke wegen der notwendigen Reserven um 20% erhöht werden sollen, so muß diesem Verlangen die ebenso berechtigte Forderung gegenübergestellt werden, auch bei Wasserkraftanlagen die nötigen Reserven in Turbinen und Generatoren zu schaffen und ebenso die Einrichtungen für die kalorisch oder hydraulisch zu bewirkende Deckung des Leistungsausfalles der Wasserkraftanlagen bei Hoch- und Niederwasserständen; erstere belasten den Einheitspreis bei hydraulischen Kraftwerken nicht in dem Maße, wie bei kalorischen Anlagen, dagegen treten die letzteren um so mehr in die Erscheinung. Würde man aber sogar davon ganz absehen, außerdem den Betrag für das ausgebaute kW des kalorischen Kraftwerkes auf K 300 erhöhen, so würde dies in der von mir angestellten Vergleichsrechnung bei 3000 Benutzungsstunden nur $\frac{50 \times 15}{3000} = 0{\cdot}25$ Heller pro kWh ausmachen; da es sich um eine angenäherte Durchschnittsrechnung handelt, erübrigt sich das Eingehen auf solche Details, um so mehr, als ja bei meiner Rechnung 1·5 Heller pro kWh im Spielraum liegen bis zur annähernden wirtschaftlichen Gleichwertigkeit. Da es sich mir nur um die Aufstellung einer Rahmenrechnung handelte, so ist es selbstverständlich, daß für jeden besonderen Fall der Fachmann, der die Untersuchung und Gegenüberstellung vornehmen wird, allen diesen Details Rechnung tragen muß.

Neben der jährlichen Quote von 15%, die alles an Auslagen umfaßt, mit Ausnahme der Kosten für Betriebsmaterialien, das sind Kohle, Schmier- und Putzmaterial und mit der auch Herr Direktor Rosshaendler rechnet, stellt er für die genannten Betriebsmittel 3 Heller pro kWh in Rechnung und führt als Beweis hiefür die Betriebsergebnsise der Wiener städtischen Elektrizitätswerke an. Laut Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke wurden im Simmeringer Großkraftwerk für Kohle, Schmier- und Putzmaterial pro erzeugte kWh gebraucht:

im Betriebsjahre	1912/13	2·42 Heller,
„ „	1913/14	2·24 „
„ „	1914/15	2·17 „
das gibt im Durchschnitt	. . . .	6·83 : 3 = 2·27 Heller,

also ein Betrag, der dem von mir angesetzten und auch in anderen Großkraftwerken im Frieden erreichten entspricht. Liegt nun ein Kraftwerk näher zu den Kohlenzechen, so werden wegen der geringeren Transportkosten die Kosten für den Kohlenaufwand kleiner, auch deshalb, weil man nahe an der Kohlengrube auch ganz minderwertiges, besonders billiges Brennmaterial verfeuern kann; liegt es weiter entfernt, so werden die Kohlenkosten größer. Ich habe also auch hier wieder einen Durchschnittswert genommen.

Nach dem Gesagten werden für das von Herrn Direktor Rosshaendler gewählte Beispiel einer Vergleichsrechnung über die Erzeugungskosten der kWh in den hydraulischen Anlagen gegenüber jenen in einem Dampfkraftwerk bei 3000 Benutzungsstunden die Ziffern sich stellen wie folgt:

Digitized by Google

Dampfbetrieb: 30 000 kW + 20% für Reserven, das sind 36 000 kW zu K 250, gibt an festen Auslagen $\frac{36\,000 \times 250}{100} \times 15 =$ . . . . . K 1 350 000
Kohle, Schmier- und Putzmaterial für 30 000 kW mit 3000 h = 90 Mill. kWh à 2·25 Heller = . . „ 2 025 000
zusammen . . . . K 3 375 000

Hydraulischer Betrieb nach Herrn Direktor Rosshaendler:
Anlagekosten für 30 000 kW zu K 800 . . . . K 24 000 000
Für Fernleitung . . . . . „ 8 000 000
„ Transformation . . . . . „ 2 000 000
Zusammen . . K 34 000 000
davon 10% . . . . . K 3 400 000
für Deckung des Leistungsausfalles bei ungünstigen Wasserständen 6 Mill. kWh à 6 Heller . . . „ 360 000
Summe . . K 3 760 000

Man erkennt an diesem Beispiel, daß die Ausgaben für Kohle, Schmier- und Putzmaterial pro erzeugte kWh sogar bis auf 2·68 Heller anwachsen dürften, damit bei Verhältnissen, wie sie vor dem Kriege bestanden haben, bei einer Benutzungsdauer von 3000 h — und nur von einer solchen war in meiner wirtschaftlichen Vergleichsaufstellung die Rede — ungefähr wirtschaftlich Gleichwertigkeit zwischen beiden Stromerzeugungsarten besteht, selbst wenn die Anlagekosten für das erstellte hydraulische kW auf K 800 herabgehen. Der Nachteil des wesentlich größeren Kapitalsaufwandes und der Umstand, daß derselbe für den ganzen Ausbau von Beginn an wenigstens für den wasserbaulichen Teil gemacht werden muß, bleibt bestehen.

In Berücksichtigung des Vorstehenden wären die Werte in der von Herrn Direktor Rosshaendler gebrachten Tabelle über die Kosten der hydraulisch bezw. kalorisch erzeugten kWh entsprechend zu ändern, wozu noch zu bemerken ist, daß dort ganz unabhängig von der Benutzungsdauer die Ausgaben für Kohle pro kWh fälschlich konstant mit 3 Heller eingesetzt wurden, während ja auch diese Ziffer selbstverständlich von dem Ausnutzungsfaktor erheblich beeinflußt wird.

Im zweiten Teil meiner Ausführungen, betreffend die Donauprojekte, erwähnte ich die vor dem Kriege errechneten Baukosten durch die Firma Locher & Co. mit 80 Mill. Kronen; zu diesen Baukosten schlägt Herr Direktor Rosshaendler ziemlich willkürlich 50 Mill. hinzu für Erfordernisse, von denen ein Teil bereits in der von Locher & Co. errechneten Summe enthalten ist. Ich rechne reichlich, wenn ich dieser Bausumme für Zinsenverluste und sonstige Spesen noch 20 Mill. zuschlage und die gesamten Anlagekosten damit auf 100 Mill. Kronen abrunde. Dieser Betrag ist den folgenden Berechnungen auch zugrunde gelegt.

Auf Grund der irriger Weise mit 130 Mill. Kronen angesetzten Anlagekosten errechnet Herr Direktor Rosshaendler den Einheitspreis mit 5·8 Heller für die im Kraftwerke Wallsee erzeugte kWh, indem er nur mit einer Ausnutzung von 30% der Kapazität rechnet, während er für seine Drauwerke 70% Ausnutzung in Anspruch nimmt.

Ich habe darauf hingewiesen, daß ein 9%iger Leistungsausfall zu decken ist, um im Kraftwerk Wallsee 140 000 PS das ganze Jahr über gleichmäßig zur Verfügung zu haben, was einer Kapazität von rund 845 Mill. kWh entspricht. Wenn die nötige Zusatzleistung kalorisch erstellt wird, so ist hiefür eine Anlage von 50 000 kW erforderlich und wenn ich weiters, wie dies Herr Direktor Rosshaendler bei den Drauwerken getan hat, mit einer 70%igen Ausnutzung rechne, so würde die Jahresproduktion $\frac{845 \times 70}{100}$ = rund 590 Mill. kWh betragen, wovon etwa 3%, das sind rund 20 Mill. kWh, durch die kalorische Anlage zu decken sind.

Die Erzeugungskosten stellen sich daher wie folgt:
Für die hydraulisch erzeugte Leistung 10% von 100 Mill. . . . . K 10 000 000
für die kalorisch erzeugte Zusatzleistung:
a) an festen Auslagen 15% der Anlagekosten, das sind $\frac{50\,000 \times 250}{100} \times 15$ . . . . . „ 1 875 000
b) für Betriebsmaterialien, für welche ich wegen der ungünstigen Ausnutzung mit 3 Hellern pro kWh rechne, das sind $\frac{20\,000\,000 \times 3}{100}$ . . . . . „ 600 000
Zusamen . . K 12 475 000

sonach pro erzeugte kWh 2·1 Heller.

Bei dieser Rechnung ist auf ein Zusammenarbeiten mit den bereits vorhandenen kalorischen Anlagen der Stadt Wien keine Rücksicht genommen; ein solches würde das Ergebnis natürlich verbessern. Spitzendeckungen von Zillingsdorf zu nehmen, wurde nie ins Auge gefaßt und meine letzten Ausführungen enthielten im Gegenteil den Hinweis, daß die täglichen Spitzen, wie sie zum Beispiel die Wiener städtischen Elektrizitätswerke aufweisen, aus dem großen Stauraum ohne weiteres hydraulisch bestritten werden können.

Wie ich in meinen ersten Ausführungen bemerkt habe, erscheint es müßig, gegenwärtig solche Kalkulationen aufzustellen, die heute keine Giltigkeit mehr haben, aber ich bin durch die Ausführungen des Herrn Direktor Rosshaendler gezwungen worden, dieses richtigstellende Ziffernmaterial vorzubringen.

Was das Eis und das Geschiebe anbelangt, so sind das Betriebserschwernisse, die bei den Donaukraftwerken nicht mehr in die Erscheinung treten, als bei den meisten übrigen Flußläufen der Monarchie, die für größere Wasserkraftnutzung in Betracht kommen. Jedenfalls haben die Behörden mit Rücksicht auf das eminent hohe öffentliche Interesse an einer geregelten Abfuhr von Eis und Geschiebe in der Donau alles verlangt, was eine solche geregelte Abfuhr ermöglicht und die Projektanten haben diesen Anforderungen in der weitestgehenden Weise entsprochen. Das Eis kann nicht nur über das Wehr abgeleitet werden, vielmehr wird dasselbe auch durch den Oberwassergraben und etwa nicht über eine einzige Schleuse, sondern durch besondere Maßnahmen in der ganzen Breite des Krafthauses über sämtliche, wenn auch in Betrieb stehende Turbinen abgeführt. Der damit verbundene Verlust an Betriebswasser ist bedeutungslos in Ansehung der Gesamtleistung des Werkes. In welchem Ausmaß Baggerungen nötig sein werden, wird im Betriebe zu erkennen sein; der Gestehungspreis der kWh wird dadurch nur unwesentlich beeinflußt werden.

Wenn Herr Direktor Rosshaendler Herrn Dr. Fischer-Reinau persönlich angreift, so ist es Sache dieses Herrn, sich zu verteidigen, ich befasse mich damit durchaus nicht. Aber der Bemerkung des Herrn Direktor Rosshaendler, daß es nicht angeht, dem Wallsee-Projekt die Firmatafel von Locher & Co. umzuhängen, muß ich entgegentreten. Das baureife Projekt, wie es heute vorliegt, stammt von der Firma Locher, deren Ingenieure monatelang an der Baustelle tätig waren, und sowohl die Zentralbehörden, als auch die Amtssachverständigen haben über Projektsdetails nur mit Locher & Co. unterhandelt. Es hätte außerdem das Syndikat die großen Aufwendungen, die für diese Arbeiten nötig waren, nicht gemacht, wenn damit nur eine Namensänderung der Projektsverfasser verbunden gewesen wäre.

Herr Direktor Rosshaendler rechnet für Wallsee noch fünf Jahre bis zur Konzessionierung und Finanzierung und weitere fünf Jahre Bauzeit. Locher geben die Bauzeit mit maximal vier Jahren an und der Stand der Verhandlungen bezüglich der Konzessionswerbung und die parallel gehenden Vorarbeiten für die Finanzierung lassen erwarten, daß nur die Hälfte des genannten Zeitraumes bis zur Verwirklichung des Projektes erforderlich sein wird.

Zum Schlusse führt Herr **Rosshaendler** folgendes aus:

Obwohl die Vergleichsberechnung der Kosten pro Jahres-kW oder kWh kalorischer und hydraulischer Anlagen vor dem Kriege nur einen theoretischen Wert hat, so erscheint mir eine Richtigstellung dennoch notwendig, weil Herr Direktor Brock in seinen früheren Erörterungen wiederholt hervorgehoben hat, daß kalorische Anlagen vor dem Kriege schon mit Rücksicht auf ihre geringen Kapitalskosten den hydraulischen Anlagen überlegen waren.

Herr Brock rechnet an Kosten für Brennmaterial 2·25 Heller pro kWh und beruft sich auf die Erfahrungen der Städtischen Elektrizitätswerke in Wien, indem er hervorhebt, daß die Statistik ihm in dieser Beziehung Recht gebe. In der Statistik für das Betriebsjahr 1911 erscheinen die Brennmaterialkosten der Zentrale I in Wien mit 2·91 Heller, der Zentrale II mit 5·03 Heller und vermöge der erzeugten kWh ein Durchschnittspreis von 3·17 Heller. Hiezu kommen an Schmier-, Putz- und Dichtungsmaterial 0·09 Heller, also zusammen im Durchschnitt 3·26 Heller, während ich bei den kalorischen Anlagen nur mit 3 Heller gerechnet habe.

Aber selbst wenn man die Annahme des Herrn Brock mit 2·25 Heller gelten läßt, so ergeben sich nach seiner Rechnung an gesamten Ausgaben pro Jahr für eine Anlage von 30 000 kW zuzüglich 20% an Reserve K 3 375 000 oder pro kWh bei einer Erzeugung von 90 Mill. kWh rund 3·75 Heller für eine in Wien gelegene kalorische Anlage.

Das hydraulische Fernkraftwerk erforderte 3·76 Mill. Kronen, welche jedoch um den Ertrag von etwa 80 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke zu ermäßigen sind, zu einem Durchschnittspreise von 1·5 Heller, das sind 1·2 Mill. Kronen, wodurch sich die Ausgaben auf 2·56 Mill. Kronen für 90 Mill. kWh hydraulischer Leistung stellen. Dies entspricht einem Durchschnittspreis von 2·85 Heller pro kWh.

Meine Behauptung, daß eine kalorische Anlage vor dem Kriege in Wien mit einem Fernkraftwerk auf 270 km hätte in Wettbewerb treten können, ist somit durch die Zahlen des Herrn Direktor Brock erwiesen.

Digitized by Google

Was nun die Ausführungen des Herrn Direktor Brock zum Projekte „Wallsee" anbelangt, so hat der Genannte seine ursprünglichen Angaben von 80 Mill. Kronen Baukosten vor dem Kriege auf 100 Mill. Kronen erhöht. Die von mir angeführten Zahlen der Kosten des „Wallsee-Projektes" beruhen auf einem Gutachten der Firma Locher & Co. vom November 1913. Dortselbst wurden die Kosten mit 81·5 Mill. Kronen für Bauarbeiten, Grunderwerb usw. angeführt. In diesem Betrage sind nicht enthalten die Vorspesen, Erwerbung der Projekte, Finanzierungskosten, welche vom Syndikate mit 20 Mill. Kronen angegeben wurden. In der Kostenberechnung figuriert ein Posten für die Schleppzuschleuse mit 6·3 Mill. Kronen, hingegen kein solcher für die Personenschiffschleuse, die Herr Direktor Brock als im neuen Projekt enthalten angegeben hat; ebenso erscheinen in dieser Kostenberechnung nicht die Kosten des Winterhafens, den Herr Direktor Brock ebenfalls als für die Ausführung bestimmt bezeichnet hat. Für die Personenschiffschleuse und Winterhafen setzen wir approximativ einen Betrag ein von 5·5 Mill. Kronen. Schließlich haben wir hervorgehoben, daß der erwähnte Kostenvoranschlag an Bauzinsen nur 7·5 Mill. Kronen enthält, und zwar unter Zugrundelegung der Verzinsung eines Baukapitals von 75 Mill. Kronen durch vier Jahre zu 5%. Alle drei Ansätze erscheinen ungenügend, sowohl die Bauzeit, der Zinsfuß, als das Anlagekapital, wodurch sich eine weitere sehr namhafte Erhöhung ergibt.

Schließlich haben wir die Annahme bemängelt, als ob das Werk schon im ersten Jahre in der Lage ist, die ganze Leistung abzusetzen und infolgedessen auch hieraus Zinsverluste zu erwarten sind. Die Annahme einer Baukostensumme von (vor dem Kriege) 135 Mill. Kronen für die Anlage „Wallsee" ohne Zuleitung und Transformation erscheint somit nicht zu hoch gegriffen.

Herr Direktor Brock hat im weiteren bemängelt, daß wir die Anlage „Wallsee" nur mit 33% Ausnutzung rechnen, während wir für die Drauwerke 70% Ausnutzung voraussetzen. Auch diese Bemängelung ist nicht zutreffend. Wenn man selbst an Gesamtleistung nicht 700 Mill., sondern 800 Mill. kWh für das „Wallsee-Projekt" voraussetzt und eine Ausnutzung von 3000 h rechnet, also 33%, so gelangen 264 Mill. kWh für Industriezwecke zur Verwendung. Im weiteren haben wir gerechnet 200 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke, also insgesamt 464 Mill. kWh, das sind insgesamt 58% der Ausnutzung von 800 Mill. kWh. Bei den drei Drauwerken, von denen jedes 250 Mill. kWh leistet, haben wir 3 × 90 Mill. = 270 Mill. kWh und 200 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke in der Vergleichsberechnung zugrunde gelegt, also ungefähr in Prozenten dasselbe Bild.

Drei Drauwerke kosteten vor dem Kriege 72 Mill. Kronen, während das „Wallsee-Projekt" 100 Mill. Kronen, nach Herrn Direktor Brock, und 135 Mill. Kronen nach meiner Rechnung gekostet hätte. Hiebei darf nicht übersehen werden, daß die drei Drauwerke sich gegenseitig unterstützen, einen etappenmäßigen Ausbau gestatten und infolgedessen an Zinsverlusten nicht das ergeben können, was eine Anlage bei „Wallsee" ergibt.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Statistik und Entwicklung der Elektrizitätswerke in Schweden. Man muß bei den der Vereinigung der Elektrizitätswerke angehörenden Werken unterscheiden zwischen den Überlandwerken (Gruppe A) und den Strom für Städte und kleinere Orte liefernden Elektrizitätswerken (Gruppe B). Die Statistik von 1914 ergibt:

A-Werke . . .	160 000 kW	mit 465	Mill. kWh
B- „ . . .	125 000 „	„ 85	„ „
	285 000 kW	550	Mill. kWh

Die beiden Gruppen von Werken verfügen mithin über 55% der in elektrischen Kraftanlagen aufgestellten und mit 515 000 kW bemessenen Maschinen und liefern 37% der gelieferten Arbeitsmenge von 1480 Mill. kWh. Die kraftverteilenden Werke haben eine größere Reserve und geringe Benutzungszeit als die industriellen; ihre Entwicklung läuft übrigens der der Kraftwerke des Landes parallel. Das kW an Maschinen kostete rund Mk. 510. Die Statistik der A-Werke, deren Leitungsnetz von 2470 km Länge 35% aller Hoch- und Mittelspannungsleitungen ausmacht, ist lückenhaft. Die erste Anlage von 1893 übertrug Strom von 220 kW mit 9500 V auf 14 km, 1898 folgte eine Anlage mit 14 000 V, 1903 mit 20 000 V, dann folgte 1907 eine Anlage mit 40 000 und 1909 eine solche mit 50 000 V; erst 1914 ist eine Anlage mit 80 000 V in Betrieb gestellt worden. Außer den großen Kraftwerken Trollhättan, Porjus, Älfkarleby*) sind als große Kraftverteilungsanlagen die der Örebro Elektr.-A.-G., die Hemsjö-Kraft A. G., die Südschwedische Kraft A. G., die auch Strom nach Dänemark liefert, anzuführen.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 521.

Als erste städtische Zentrale gilt die 1885 in Härnösand gegründete — die erste Stadt Europas, die elektrische Beleuchtung eingeführt hat — dann folgten andere kleine Städte, bis 1892 als erstes größeres Werk, das Stockholmer Werk*) errichtet wurde. Gegenwärtig haben nur neun von den 101 Städten des Landes kein eigenes Elektrizitätswerk. 71 Werke (77%) gehören der Vereinigung an. Die Statistik von 1914 über diese (B-)Werke ergibt: 125 000 kW Maschinen mit 140 Mill. kWh, Anlagekosten Mk. 615 pro kW. Aus den Angaben von 10 Gleichstromwerken kann man den Verbrauch elektrischer Arbeit im bürgerlichen Leben entnehmen: In den 20 Jahren ihres Betriebes ist die Stromlieferung von 10 auf 30 Mill. kWh, die Einwohnerzahl aber nur um 19% gestiegen; der Verbrauch auf einen Kopf der Bevölkerung hat sich somit von 20 auf 47 kWh im Jahr erhöht. Heute benutzen 77% der B-Werke Wasserkraft, die 56% der gesamten elektrischen Arbeit liefert. Die Strompreise für Licht sind seit 1906 von 46·5 auf 39 Pfg., die für Kraft von 29 auf 21·5 Pfg./kWh gesunken, somit um 17 bezw. 26%. 24 Werke erzeugen nur Gleichstrom (7·6% der Leistung aller B-Werke), 19 Werke (16·2%) nur Wechselstrom und 31 Werke (76·2%) beide Stromarten.

Die Industrie bezieht 83% des benötigten Stromes von den A-Werken, den Rest (80 Mill. kWh) von den B-Werken. Gegenwärtig ist der Anschluß der Landwirtschaft in stetem Zunehmen begriffen**). (E. T. Z. Bd. 38, Heft 46, 1917.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Sicherungseinrichtungen für Hochspannungs-Schaltanlagen. E. Sieber empfiehlt an Stelle der die Zellen abschließenden eisernen Türen transportable Isolierschutzwände, die an einem bestimmten Ort eines Schaltraumes, zum Beispiel in einer Nische, aufbewahrt bleiben und jeweils vor die unter Spannung stehenden Zellen gestellt und dort befestigt werden; dadurch wird erreicht, daß nur die spannungslosen Zellen, also die Stellen, wo Arbeiten (Reparaturen usw.) vorgenommen werden können, zugänglich werden. Sind die Arbeiten vollendet, so werden die Verschalungen wieder weggenommen und an ihren Aufbewahrungsort zurückgestellt. Die Zellen werden auf ihrer vorderen Seite unten mit vorstehenden Anschlageisen zum Anlegen der Schutzwand versehen, die Wand wird dort angelegt, zugeschoben und durch eine Schnappfeder, eventuell auch durch Steckstifte mit Ösen, in der geschlossenen Lage versichert; die Wände können oben und unten mit Rollen versehen und seitlich zwischen U-Eisen den Zellen vorgeschoben werden. Natürlich können auch freistehende Apparate zum Einschließen mittels solcher Schutzwände vorgesehen sein. Die Wände können auch zum Abschluß eines Ganges dienen.
(Bulletin, Schweiz. E. V., Nr. 11, 1917.)

Meßapparate und Meßmethoden.

Kugelphotometer für Betriebsmessungen an elektrischen Glühlampen. R. v. Voss ergänzt seine früheren Ausführungen***) über das Kugelphotometer der Siemens & Halske A. G., das für betriebsmäßige Messungen von Glühlampen normalen Leuchtsystems bestimmt ist, durch neuere theoretische und praktische Erfahrungen. Es zeigte sich, daß bei einem Durchmesser von 1·5 m der Kugel, für welche Größe ein Verfahren zur Herstellung einer glatten, fugenlosen Innenfläche der Kugel in Ausübung stand, die Meßresultate genau genug waren und eine Vergrößerung auf 2 m sich erübrigte. Nach Ulbricht soll die Fläche des Blendenschirmes $^1/_{20}$ des Kugelquerschnittes ausmachen. Für Lampen von 20 cm Glockendurchmesser wäre ein Schirm von 750 cm² erforderlich, das ist $^1/_{22}$ des Kugelquerschnittes bei 1·5 m Kugeldurchmesser. Durch den Blendenschirm wird die Beleuchtung des Meßfenster um etwa 3·5% vermindert; dieser Fehler verschwindet aber vollkommen, wenn die Eichlampe durch das Fenster die gleiche Verminderung erfährt und die gleiche Lichtausstrahlungskurve aufweist wie die zu messende Lampe. Abweichend vom Prinzip der Ulbrichtschen Kugel ist bei dem neuen Photometer die Milchglasplatte m_1 (vgl. Abb. 3 von Seite 292, 1917), deren Beleuchtung ein Maß für die mittlere räumliche Lichtstärke der zu messenden Lampe geben soll, nicht in der Kugeloberfläche gelegen, sondern an der Rückwand eines sich an das Meßfenster anschließenden, innen gestrichenen Raumes r_1. Diese Änderungen erwuchsen aus der Notwendigkeit, mit einer Kugel Lampen auch von 5 HK sphärischer Lichtstärke messen zu können, ohne den Meßbereich anders als durch Auswechselung der Lochblenden ändern zu müssen; das sonst erforderliche Auswechseln der Mattscheiben oder Vorsetzen von Rauchgläsern erwies sich dann als überflüssig. Um zu prüfen, ob durch diese Abänderung nicht Meßfehler entstehen, wurden Lampen mit den verschiedenartigsten Lichtverteilungskurven bei Spannungen, bei denen sie alle die gleiche sphärische

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 354.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 195.
***) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 292.

Digitized by Google

Lichtstärke hatten, erst im Ulbrichtschen und dann im neuen Photometer untersucht. Die Fehler lagen durchaus unter 1%. (E. T. Z. 38, Heft 52, 1917.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Die Signalanlagen des Leuchtturmes auf Guernsey. E. Catford. Auf dem Platte-Fougère-Felsen, 2 km nordöstlich von Guernsey, ist ein Leuchtturm errichtet, der die üblichen akustischen und optischen Signale gibt. Bemerkenswert ist die zur Überwachung der Signale getroffene Einrichtung. Ein Elektromotor auf dem Leuchtturm, dem von einem 11·5 kW-Drehstromgenerator mit Ölmotorantrieb von der Küste Strom von 600 V durch ein schweres, armiertes Kabel zugeführt wird, pumpt Luft in drei Behälter; durch ein Uhrwerk wird die Druckluft alle 90 s einem Nebelhorn und einer Sirene zugeführt, das so gebildete Nebelsignal ist auf 48 km Entfernung hörbar. Das Kabel hat drei Leiter für die Stromübertragung, zwei dienen teils zur Signalgebung, teils für Fernschaltzwecke, um zum Beispiel einen zweiten Motor an Stelle des vorgenannten, bei Defekten anzuschalten. Um im Maschinenhaus an der Küste, das dem Turm abgewandt ist, kontrollieren zu können, ob das Signal ertönt, ist ein Mikrophon am Leuchtturm angebracht, aus 16 Bogenlampenkohlen gebildet, das mittels einer Leitung mit einer Potentiometeranordnung im Maschinenhaus verbunden ist und durch den Luftstrom des Signales betätigt wird. Bei ordnungsmäßigem Tönen wird dann durch ein zwischengeschaltetes Relais ein Klingelsignal im Maschinenhaus gegeben.

Ein Azetylenbrenner mit in 10 s-Intervallen flackernder Flamme wird durch ein nach je drei Monaten aufgezogenes Uhrwerk abends angezündet und in den Morgenstunden verlöscht; das jedesmalige Flackern wird durch eine Klingel im Wächterhaus signalisiert. In jeder Stunde ertönt im Maschinenhaus eine Glocke und zeigt damit an, daß die Azetylenbehälter noch genügend Gas enthalten; sinkt der Gasvorrat unter dem 14 tägigen Vorrat, so hört die Glocke zu tönen auf; die Bedienung ist dann verhalten, das verbrauchte Gas im Behälter zu ersetzen, sobald günstiges Wetter Bootfahrten zum Leuchtturm ermöglicht. Versagt das Azetylenlicht etwa durch Verlöschen der Zündflamme, was bei stürmischem Wetter nicht leicht wieder instand gesetzt werden kann, so werden drei Glühlampen, eine Tantal- und zwei Osramlampen, 105 V, jede von gleicher Kerzenzahl wie der Azetylenbrenner, eingeschaltet, die über einen thermischen Unterbrecher das Blinklicht liefern. Um zu erkennen, ob die drei Glühlampen des Scheinwerfers intakt sind, bilden sie den einen Zweig einer Wheatstonebrücke, deren anderer ausbalancierter Zweig drei andere, gleiche im Wärterhaus montierte Lampen bilden. Wenn durch ständiges Ertönen eines Signales eine Störung angezeigt wird, so kann man durch eine Widerstandsmessung feststellen, ob diese Störung vom Erlöschen einer Lampe herrührt. An der Außenwand des Leuchtturmes ist eine Telephonstation angebracht, mittels welcher der Lotse die Ankunft eines Schiffes ankündigen kann; die Station ist mittels eines Drahtes des Unterseekabels mit dem Land verbunden, die Erde bildet die Rückleitung. (El. Anz., Nr. 103/104, 1917, nach P. O. Journal.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrostahlöfen in den Vereinigten Staaten. Zu Beginn 1916 zählte man nach einer Notiz in Z. V. D. J. in Amerika 36 Elektrostahlöfen mit 191 t gesamter Leistungsfähigkeit und 40 000 kVA Kraftbedarf. Die Zahl der Öfen ist unterdessen sehr stark angestiegen, so daß man zu Beginn dieses Jahres mit einer Leistung von 1000 t und einem Kraftbedarf von 230 000 kVA rechnen kann.

Eine elektrische Warmwasserheizanlage ist kürzlich in einem Schulhaus in Baden (Schweiz) in Betrieb genommen worden. Ein geschlossener mit einer massiven Wärmeisolierschicht umkleideter Eisenblechbehälter für 15 000 l Wasserinhalt enthält elektrische Widerstände, die in der Zeit von 6h abends bis 6h morgens an die Sekundäre von 200 V eines Transformators angelegt werden, der an das 2000 V-Netz der Stadt angeschlossen ist. Bei einem Verbrauch von 100 bis 120 kW bei Vollbetrieb wird das Wasser bis fast auf Siedehitze erwärmt; das heiße Wasser gelangt durch eine oben vom Kessel abgehende Rohrleitung zu den Radiatoren, von denen aus durch andere Rohre das abgekühlte Wasser zum Kessel zurückfließt. Der Warmwasserkreislauf, durch einen Schieber einstellbar, hält den ganzen Tag über an; durch ein Kontaktthermometer wird bei Erreichen einer bestimmten Temperatur der Strom ausgeschaltet. Der Strom wird zum Preis von 2·5 Rappen pro kWh abgegeben. Bei der früheren Kohlenheizanlage sind täglich 250 kg Koks verbrannt worden. Bei den heutigen Kohlenpreisen ist die elektrische Heizung billiger als die Kohlenheizung. Die Stadt schreitet daran, auch die übrigen städtischen Gebäude nach diesem System zu heizen und hofft, dadurch jährlich 250 t Kohle zu sparen. (Schweizer Baublatt, 15. 1. 1918.)

Stoffkunde.

Carinute ist ein Isolierstoff, den nach einer Notiz in der E. T. Z. ein dänischer Chemiker aus Fischabfällen gewinnt. Es soll eine Gesellschaft gegründet werden, die das Verfahren zur Herstellung dieses elektrischen Isolierungsstoffes im Großen anwenden will.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Lichtstärke des schwarzen Körpers in Hefnerkerzen und die Strahlungskonstanten der Glühlampenkohle. H. Kohn, Breslau. Um die Flächenhelligkeit und Leistungsfähigkeit der gebräuchlichen Lichtquellen mit derjenigen des schwarzen Körpers vergleichen und die Angaben über die Ziele und Grenzen der Leuchttechnik sowohl auf die Gesetze der schwarzen Strahlung als auch auf die Hefnerkerze beziehen zu können, ist es notwendig, den schwarzen Körper in Hefnerkerzen zu eichen. Diese Arbeit wurde von Lummer und Pringsheim sowie von Nernst ausgeführt. Kohn hat sie nun unter besonderen Vorsichtsmaßregeln wiederholt. Zu diesem Zwecke wird der elektrisch geheizte Lummer-Kurlbaumsche schwarze Körper mit dem Lummer-Brodhunschen Photometer gegen eine in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt auf Hefnerkerzen geeichte Kohlefadenlampe mit U-förmigen Bügel bei verschiedenen Temperaturen photometriert, die Temperaturwerte jedoch hiebei in den verschiedenen strahlungstheoretischen Temperaturskalen angegeben. Kohn gelangt zu folgender Tabelle als wichtigstes Ergebnis der Versuche, in der die Basis der Temperaturskala bildende Strahlungskonstante c_2 (nach Wien), die Konstante σ des Stefan-Boltzmannschen Gesetzes und die Lichtstärke des schwarzen Körpers in Hefnerkerzen $\frac{HK}{cm^2}$ einander gegenübergestellt werden. Die aus der Beziehung zwischen Flächenhelligkeit und Temperatur abgeleitete Tabelle gilt für 2000° abs. Die Tabelle enthält auch die Werte von $\frac{HK}{Watt}$.

c_2	$\sigma\ 10^{12}\ \frac{Watt}{cm^2}$	$\frac{HK}{cm^2}$	$\frac{HK}{Watt}$
1·460	5·32	13·26	0·156
1·450	5·40	12·76	0·148
1·440	5·60	12·24	0·137
1·437	5·67	12·06	0·133

Die Werte weichen erheblich voneinander ab, was viele Unstimmigkeiten in der Literatur erklärt. Auf Grund der neugewonnenen Werte für die Lichtstärke des schwarzen Körpers wurde auch die Konstante im Gesamtstrahlungsgesetz der Glühlampenkohle ermittelt und zu

$$\mu = 1{\cdot}060 \cdot 10^{-2} \frac{g\text{-}Cal}{cm^2 \cdot sec \cdot grad^4}$$

für die unpräparierte Kohle erhalten.

(Ann. d. Phys. 53, 320, 1917.)

Strahlungslehre.

Über die Schärfe der Röntgenbilder und ihre Verbesserung. E. Regener, Berlin. Die Unschärfe der Röntgenbilder rührt meist daher, daß die Röntgenstrahlen nicht nur von einem einzigen Fleck der Antikathode, sondern von einer ausgedehnten Fläche ausgehen. Regener schlägt eine Aufnahmemethode vor, mit der es gelingt, die Unschärfe des Bildes wenigstens so zu vermindern, daß das Bild nach einer Richtung hin scharf wird. Dazu ist es nötig, die Röntgenröhre so zu neigen, daß die Aufnahmerichtung nicht wie gewöhnlich im Winkel von etwa 45° zur Antikathodenfläche steht, sondern daß die Strahlen streifend aus der Antikathode austreten, daß also die Richtung des abbildenden Röntgenstrahles fast in die Antikathodenebene hineinfällt. Die Röntgenstrahlen werden auch in dieser Richtung noch in genügender Stärke ausgesandt. Die Photographie eines Drahtnetzes zeigt bei gewöhnlicher Strahlenrichtung eine allgemeine Unschärfe, bei der neuen Strahlenrichtung eine gute Schärfe in der einen, eine unverändert mangelhafte in der dazu senkrechten Drahterstreckung. Die hier beschriebene Aufnahmemethode hat bereits früher in der Praxis der Röntgenspektroskopie Verwendung gefunden. *L.*

(Münchener Med. Woch.-Schrift Nr. 47, 13—18, 1917).

Wirtschaftliches.

Über Preisbildung für elektrische Energie. Von J. Nicolaisen. Das Verhältnis des Ein- und Verkaufspreises elektrischer Energie wird einerseits durch die Selbstkosten für Erzeugung, Vertrieb und Rücklagen, andererseits durch eine, dem Massenabsatze und den Gesamteinnahmen angemessene Verzinsung des Kapitals begrenzt. Durch Förderung einer dem Massenabsatze günstigen Preispolitik werden die Gesamteinnahmen erhöht, die direkten Selbstkosten der Einheit (kWh) sowie der Anteil der verkauften Einheit an der Verzinsung des Kapitals verringert; es steigen

Digitized by Google

somit der Ausnutzungsgrad der Erzeugungsanlagen und die geschäftlichen Ergebnisse derselben. Zur Berechnung der Selbstkosten der erzeugten Einheit kann man dieselben zerlegen: *A*) In die mit der Stromerzeugung wachsenden Betriebskosten des Rohmaterials (Brennmaterial, Öl, Wasser, Schmiermaterial), *B*) die von der Stromerzeugung unabhängigen Unterhaltungskosten der Stromerzeugungsanlagen, Fortleitung und Meßapparate, sowie *C*) Löhne und Gehälter, welche mit der angeschlossenen Zählerzahl ansteigen. Hiezu kommen noch *D*) der Anteil der verkauften Einheit an den Kapitalsrücklagen, sowie *E*) die Zuschläge zum Ausgleich der Energieverluste.

Der Verfasser hat die Betriebsergebnisse der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke für eine Anzahl größerer Werke zusammengestellt, aus welchen sich der günstige Einfluß der mit den Betriebsjahren zunehmenden Stromerzeugung (Massenabsatz) auf die direkten Betriebsausgaben und die Mehrausgaben bezw. Mehreinnahmen ergeben.

Auf die Frage der Wahl des Tarifsystems übergehend, gelangt der Verfasser bezüglich der Heranziehung der Kleinabnehmer zum Massenabsatze zu dem Ergebnis, daß weder der reine Pauschal- noch der reine Einheitstarif (Stückpreis) die richtige Berechnungsart liefert, sondern die Festsetzung einer bestimmten Grundgebühr für die der Zahl der Anschlüsse proportionalen Selbstkosten und einen niedrigen Einheitssatz für die kWh, was auch zur ausgedehnteren Verwendung des Stromes in den bereits angeschlossenen Wohnungen führt. Die Grundgebühr könnte nach der Zahl der angeschlossenen Lampen oder Zimmer, dem Miet- oder Versicherungswert der Wohnungen und Gebäude gestaffelt werden. Diese Grundgebühr kann auch als Mietzuschlag vom Hausbesitzer eingehoben werden, oder in kollektiver Form als Steuerzuschlag in kleineren Gemeinden, wodurch jeder Einwohner zur Stromabnahme angehalten wird.

Für den Einheitspreis empfiehlt sich die Anwendung eines 8 bis 10 Pfg.-Tarifs für Kleinabnehmer; derselbe erweist sich im allgemeinen als hinreichend, wenn man an Hand der angeführten Daten zu den Ausgaben für Rohmaterial die Rücklagen mit 3% und die Energieverluste mit 33⅓% veranschlagt. Es zeigt sich an Hand einer tabellarischen Berechnung, daß der Anteil an Rücklagen auf eine kWh bezogen mit der Summe der erzeugten kWh fällt, und daß die Kohlenkosten für eine erzeugte kWh bei verschiedenen Ausnutzungsgraden und Kohlenpreisen mit zunehmender Erzeugung (Massenabsatz) pro t Kohle rasch abnehmen.

(Mitteilung. Vereinig. Elektrizitätswerke Nr. 190)

Chronik.

Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftnutzung. Im Anschluß an einen, bereits im Auszug veröffentlichten Vortrag*) im Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein von Ing. Rosshaendler hat in gemeinsamen Versammlungen der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure und der Fachgruppe für Elektrotechnik eine Diskussion über diesen Gegenstand stattgefunden. Prof. Halter behandelte die Frage vom hydrologischen Standpunkt. Er wies darauf hin, daß die Wasserkräfte der österreichischen Alpen dadurch sich ungünstig von jenen der Schweiz, Bayerns und Italiens unterscheiden, daß ihnen die großen natürlichen Speicher der Gebirgsseen fehlen, künstliche Speicher aber wegen der Verschotterungsgefahr nicht gut anzulegen sind, für die Gründung der Stauwerke in den großen Alpentälern, wegen der Versandung durch Geschiebe, große Schwierigkeiten bestehen und Talsperren im Flußschlauch selbst nur ausnahmsweise vorteilhaft sein werden. So kommt es, daß von den 433 von der Staatseisenbahnverwaltung untersuchten Wasserkraftprojekten**) 313 Anlagen mit 1·8 Mill. PS ohne größere Speicheranlagen in Betracht kommen. Bei der Ausnutzung der den Industriezentren näherliegenden Niederdruckanlagen in den Voralpen und in der Ebene ist ebenfalls wegen der bedeutenden und kontinuierlichen Geschiebeführung sorgfältig auf die Auswahl zu achten, um klaglose Zustände in den Gerinnen herbeizuführen und die Kraft auch für spätere Generationen zu erhalten. Es muß daher bei der Erteilung der Konzession die Bedingung gestellt werden, daß die Wasserkraftnutzung nicht Schädigungen des Flußzustandes und der Abflußverhältnisse von Hochwasser usw. mit sich bringt. Der Vortragende weist darauf hin, daß Wasserkraftanlagen andererseits durch später einsetzende Flußregulierungen, Meliorationen, Hochwasserschutzbauten usw. Schaden leiden können, wenn nicht bei der Anlage auf die Verhältnisse gebührend Rücksicht darauf genommen wird. Was die Wechselbeziehungen zwischen Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung anlangt, weist der Vortragende darauf hin, daß weitgehende Meinungsverschiedenheiten darüber bestehen, ob die Schiffahrt zur Gänze im Werkkanal stattzufinden hat, oder auch die Stromstrecke für den Bergzug benutzt werden soll. Seiner Meinung nach sind Schiffahrt und Kraftausnutzung vereinbar, falls die Dispositionen im gemeinsamen Kanal so getroffen werden, daß die Schiffahrt hiedurch nicht schwieriger wird als im Flusse selbst und insbesondere dann, wenn sie — wie zum Teil in der Donau — durch die Energieausnutzung von Steilgefällen erst ermöglicht wird. Der Vortragende nimmt dagegen Stellung, daß die Wasserkraftausnutzung, die nur einen Teil der gesamten Wasserwirtschaft des Staates bildet, einer besonderen Organisation unterstellt wird, weil dies anstatt zu der gewünschten Konzentration nur zu einer weiteren Zersplitterung der Wasserwirtschaft führen würde. Er empfiehlt den hydrologischen und wasserbaulichen Teil der Wasserkraftanlagen der im Ministerium für öffentliche Arbeiten bereits bestehenden Sektion für Wasserbau anzugliedern, für die Elektrizitätswirtschaft aber eine zweite Sektion zu errichten, die Einheitlichkeit des Ganzen hätte sich in der Person des Ministers bezw. eines eigenen Vertreters desselben zu verkörpern.

Dem Vorschlag von Rosshaendler gegenüber, elektrische Energie von vier Kraftwerken an der Drau nach Wien zu leiten und zwei Thayawerke zur Spitzendeckung dieses Konsumgebietes heranzuziehen, wirft in der Diskussion Ing. Söllner die Frage auf, ob es nicht zweckmäßiger wäre, die Donauwasserkräfte zur Deckung dieses Gebietes und auch des Bedarfes von Oberösterreich auszunutzen. Für die Ausnutzung der österreichischen Donau durch Großkraftwerke kommen das Aschacher, Wallseer und Wiener-Becken in Betracht, die bei 700 bezw. 800 bezw. 600 m³ s an 230 000 kW, davon 90 000 kW der Wiener Stromstrecke, leisten könnten; die Jahreserzeugung würde 1720 Mill. kWh, für die Wiener Strecke allein 680 Mill. kWh, einschließlich der hydraulischen Spitzendeckung mit 30 Mill. kWh, mithin 710 Mill. kWh betragen. Setzt man 10% für Verluste und 100 Mill. kWh für lokale, elektrochemische Werke, so verbleiben bei 70% Ausnutzung 385 Mill. kWh, also die von Ing. Rosshaendler in seinem Projekte angenommene Energiemenge, die bei den gleichen Preisen 20·75 Mill. Kronen an Einnahmen ergeben würde. Bei einem Betriebsfaktor von 10% können somit 270 Mill. Kronen für den Ausbau der Wiener Anlage zur Verfügung gestellt werden. Für die Rentabilität der letzteren ist auch in Betracht zu ziehen, daß Hochspannungsleitungen von beträchtlicher Länge entfallen. Günstig fällt auch ins Gewicht, daß mit der Kraftausnutzung der Donau in Wien auf den Hochwasserschutz und die Melioration des Marchfeldes Bedacht genommen werden kann und daß für elektrochemische Anlagen durch die reichlichen Verkehrswege in Wien ein guter Platz gegeben ist.

Die Ausführungen von Direktor Ing. Brook im Rahmen der Diskussion sind bereits im Heft 9 d. J., die von Ing. Rosshaendler in dem vorliegenden Heft, S. 126, veröffentlicht.

*) E. u. M. 1917, Seite 585.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 20.

Literatur-Bericht.

Angewandte Elektrizitätslehre, ein Leitfaden für das elektrische und elektrotechnische Praktikum. Von Prof. Dr. Paul Eversheim (Bonn), mit 215 Textfiguren, 214 S. Berlin 1916, Verlag von Julius Springer.

Nach dem Titel des kleinen, einladenden Werkes zu urteilen ist eine kurze Zusammenstellung von Aufgaben, wie sie im elektrotechnischen Laboratorium vorkommen, zu erwarten; der Verfasser sagt auch im Vorworte, daß er in übersichtlicher Form einen Leitfaden zusammenstellen wollte, der dem Lernenden bei Ausführung der Versuche im Praktikum an die Hand geht, der also ein ähnliches Ziel verfolgt, wie etwa die ausführlicheren Bücher von Brion, Linker und andere. Es sind im ersten Teile die elektrischen Grundbegriffe (Strom, Spannung, Widerstand) und die zur Messung derselben bei Gleichstrom dienenden Apparate und Instrumente ziemlich eingehend beschrieben; daran schließen sich die Gleichstrommaschinen und -Motoren, sowie die auf diese bezüglichen Übungen (Ermittlung von Wirkungsgrad und Charakteristik) an; unter der Bezeichnung „Transformatoren" sind hier auch die gewöhnlich Motor-Generatoren genannten Maschinenaggregate erwähnt. Dieselbe Einteilung und Behandlung erfahren im zweiten Teile die Wechselstrom-Erscheinungen; es wird die Entstehung des Wechselstromes, die durch Selbstinduktion und Kapazität auftretende Phasenverschiebung, die Leistung, ihre graphische Darstellung usw. besprochen, dann folgen die Meßinstrumente — darunter aber die auch für Gleichstrom verwendbaren elektrostatischen und Hitzdrahtinstrumente —, die Maschinen für Ein- und Mehrphasenstrom und die Übungen an denselben: Transformatoren und Gleichrichter werden hier gestreift. Der dritte Teil endlich ist betitelt: „Magnetismus, Akkumulatoren, Photometrie", handelt also über recht verschiedene Gegenstände; Hysteresis und die Verfahren zur Unter-

Digitized by Google

suchung stabförmiger Eisenproben finden in diesem Teile eine kurze Besprechung.

Die Abschnitte des Buches, welche über Meßinstrumente, insbesondere jene für Gleichstrom handeln, sind verhältnismäßig mit großer Ausführlichkeit und im Allgemeinen recht anziehend geschrieben; sie enthalten zweifellos manches Belehrende, wenngleich der Wunsch nicht unterdrückt werden kann, daß an einigen Stellen größere Deutlichkeit in der Ausdrucksweise herrschen möchte. Der Leitfaden ist nämlich für Studierende an Universitäten, sowie für solche bestimmt, die etwa am Beginne ihrer technischen Studien stehen: diesen dürfte aber zum Beispiel die Beschreibung der Kompensationsapparate von Raps und Franke (S. 46 bis 49) nur schwer verständlich sein, abgesehen von zwei störenden Druckfehlern auf S. 49. Die bei der Thomsonschen Doppelbrücke angegebene Gleichheit der Widerstände ist nicht notwendig.

Schlimmere Versehen sind in dem Kapitel über Gleichstrommaschinen unterlaufen. So heißt es S. 96, daß ein einfacher Spulenring (ohne Eisen) bei Rotation im Magnetfeld keinen Strom liefere; ferner kann dem Ausspruche (S. 103) über die Hintereinander- und Parallelschaltung von Wickelungsteilen, die bei vielpoligen Maschinen zwischen zwei Bürsten liegen, nicht zugestimmt werden. Die Hysteresis wird irrtümlich dem fortwährenden schnellen Wechsel von Nord- und Südfeld zugeschrieben (S. 110), wobei das Ankereisen nicht jene Stärke des Magnetismus erlangen könne, die im Ruhezustand der Stellung im Felde entsprechen würde. Leistung und Arbeit werden nicht auseinander gehalten; es heißt (S. 123): „Effekt oder Leistung ist die Arbeit in der dazu gehörigen Zeit"; dann folgen die Gleichungen 1 kgm = 9·81 W; 1 PS = 75 kgm und 1 kW ≅ 100 kgm; auch wird die Beschleunigung mit 981 cm/s angegeben. Ähnlich findet sich auf S. 125 die Leistung in kgm ausgedrückt und S. 187 als Energie bezeichnet. — In dem Abschnitte „Wirkung des Wechselstroms im Leiter" ist die Darstellung nicht glücklich. S. 141 wird behauptet, daß die durchs Magnetfeld erzeugte elektromotorische Gegenkraft e' dem Strome i um $\frac{\pi}{2}$ voraus eilt und ihr Verlauf in der zugehörigen Fig. 142 auch in dieser Weise dargestellt; für die ihr entgegengesetzt gerichtete elektromotorische Kraft e_2 zeigt aber Gl. 23), daß sie ebenfalls dem Strome i um 90° in der Phase voraueilt, daher dieselbe in den folgenden Figuren in gleicher Phasenlage eingezeichnet ist, woraus dann die Kurven für die resultierende Klemmenspannung e (durch Superposition mit der auf Ohmschen Widerstand entfallenden Spannung) erhalten werden. — Die Kurve für die Leistung (Fig. 150, S. 147) beim Fehlen von Phasenverschiebung ist — bezüglich der Abszissenaxe — als eine Sinuslinie gezeichnet; S. 148 steht der Satz, daß bei Phasenverschiebung von 90° „auch bei geringstem Ohmschen Widerstande kein Strom im Leiter" fließe; übrigens sind in den Fällen 2), 3) und 4) die Phasenwinkel als Bruchteile von π falsch angeführt, auch cos 45° ist 0·69 gesetzt. Eine Einregulierung auf 90° Phasenverschiebung „durch eine passend abgeglichene vorgeschaltete Drosselspule" kann nicht ohne weiters erreicht werden, wie dies S. 157 und S. 180 gesagt wird; ein Synchronmotor fällt nicht aus dem Takt, wenn er „im geringsten überlastet" wird. (S. 172). Unter den einphasigen Motoren ist S. 180 ein dreiphasiger Induktionsmotor aufgeführt, während tatsächlich nur der Anker dreiphasig gewickelt ist. Die Lagen des Lichtflecks auf dem Schirm der Braunschen Röhre in Fig. 184 entsprechen nicht den Verhältnissen der Fig. 181, auf welche im Texte Bezug genommen ist. Zur Ermittlung des Wirkungsgrades eines Transformators soll nach S. 191 „durch Messung von Stromstärke und Spannung das Verhältnis: entnommene Energie zur aufgewandten" bestimmt werden. Auf S. 193 findet sich Definition: „1 Gauß ist die Kraft in Dynen, die an dem betreffenden Orte auf den Einheitspol ausgeübt wird". Die Herleitung des Ausdrucks für die Stärke des magnetischen Feldes einer Stromspule aus dem Linienintegral der magnetischen Kraft (S. 194) ist nicht verständlich. Magnetisierung und Feldstärke sind auf S. 196 beide $\mathfrak{H}$ genannt und wird als Ergebnis der Versuch über Hysteresis „die Anzahl Watt, die zur Erreichung einer bestimmten Feldstärke $\mathfrak{H}$ erforderlich sind", bezeichnet; der Verlust pro cm³ Eisen und Periode wird dann (Tabelle 17) in Watt angegeben: die Abszisse in Fig. 208 (S. 199) ist auch unrichtig bezeichnet. Beim Lummerschen Prismenphotometer (S. 208) wird verschentlich gesagt, daß die helle kreisrunde Fläche bei der Beobachtung verschwinden soll usw.

In dem Buche finden sich also leider zahlreiche Unrichtigkeiten und Ungenauigkeiten; es hat den Anschein, daß ein Teil des Werkes in großer Eile abgefaßt wurde, wodurch die Flüchtigkeiten und Übersehen unterlaufen sind, welche den Wert und die Brauchbarkeit desselben arg beeinträchtigen. Bei einer Neuauflage ist wohl zu erwarten, daß die Gebrechen beseitigt und manche Verbesserungen vorgenommen werden, so daß das sonst nette Buch dann beruhigt auch solchen, die erst am Beginne ihrer Studien stehen und daher noch nicht sattelfest sind, als sicherer Leitfaden in die Hand gegeben werden könne. *A. Ettingshausen.*

Die Kolbenpumpen einschließlich der Flügel- und Rotationspumpen. Von H. Berg, Professor an der kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. Mit 488 Textfiguren und 14 Tafeln. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1914. Preis geb. Mk. 14.

Wie der Verfasser im Vorwort ausführt, ist das Buch bestimmt, insoweit das Gebiet der Kolbenpumpen in Frage kommt, an die Stelle des bekannten Sammelwerkes über Pumpen von Hartmann-Knoke zu treten, welches alle zur Flüssigkeitsförderung dienenden Vorrichtungen behandelte und zusammenfaßte. Angesichts des neuzeitlichen Fortschrittes, insbesondere in der konstruktiven Durchbildung und der Verwendung der Zentrifugalpumpen, erschien es dem Verfasser angezeigt, von der Zusammenfassung aller Pumpengattungen in einem einzigen Buch von großem Umfang abzusehen, eine Teilung des Stoffes vorzunehmen und die Bearbeitung einzelner Sondergebiete Spezialwerken zu überlassen. Dementsprechend erscheint das vorliegende Werk auf eine Besprechung der Kolbenpumpen einschließlich der Flügelpumpen und der Rotations- oder Kapselpumpen beschränkt und bildet eigentlich eine Vervollständigung des von demselben Verfasser in der letzten Auflage von Hartmann-Knoke bearbeiteten Abschnittes „Verdrängerpumpen".

In dem die Theorie der Kolbenpumpen behandelnden Teil des Buches hat der Verfasser wesentlich Neues hinzugefügt, namentlich in den eingehenden Untersuchungen über die Wirkungsweise und Berechnung der Windkessel und der Ventile, welchen Untersuchungen Betrachtungen über die Ursachen der Druckschwankungen im Windkessel und der Geschwindigkeitsschwankungen in der Leitung zugrundegelegt sind. Weiters hat der Verfasser anschließend an seine bereits bekannten klassischen Arbeiten über das Tellerventil ein neues Verfahren zur Bestimmung der Ventile bei gegebener Wasserlieferung und Umdrehungszahl der Pumpe bekanntgegeben und in das Werk aufgenommen.

Aber nicht nur einer klaren und einfachen theoretischen Behandlung des Stoffes widmet der Verfasser sein Augenmerk, sondern er ist auch bestrebt, durch Besprechung und kritische Würdigung einer Reihe zahlreicher Neukonstruktionen von Kolbenpumpen dem Leser einen Überblick über das einschlägige praktische Anwendungsgebiet und dessen Leistungsfähigkeit nach dem heutigen Stand der Technik zu liefern. Zur vollen Erreichung dieses Zieles tragen in überaus vorteilhafter Weise die zahlreichen Abbildungen und Tafeln bei, welche sich nicht nur auf schematische Darstellungen beschränken, sondern auch konstruktive Durchbildungen mustergültiger Pumpenbauarten aus der Praxis enthalten. Aus den zahlreichen besprochenen Konstruktionen der neuesten Zeit scheint, wie der Verfasser mit Recht hervorhebt, hervorzugehen, daß die Kolbenpumpe trotz, vielleicht auch wegen des lebhaften Wettbewerbs der Zentrifugalpumpe, im Bund mit dem Elektromotor in fortschreitender Entwicklung begriffen ist.

Es muß anerkennend ausgesprochen werden, daß es dem Verfasser mit dem vorliegenden Buche gelungen ist, eine durchaus klare, umfassende und mustergültige Bearbeitung des Sondergebietes der Kolbenpumpe zu liefern, welche sich nicht nur für den Studierenden als wertvoller Führer und Studienbehelf erweist, sondern auch berufen erscheint, dem in der Praxis stehenden Techniker ausgezeichnete Dienste bei der Ausübung seines Berufes zu leisten. *Rubricius.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Gasmaschinen.

(Schluß von Heft 9, Seite 112.)

Elektrische Anlasser.

Durch die in Abb. 14 dargestellte Vorrichtung verhindern Stanhope Franklin Tyler und Edward Beere in London, daß Betriebsstrom durch den Anker des Anlaßelektromotors fließt, solange er nicht in mechanischer Verbindung mit der anzudrehenden Maschine steht. Diese Verbindung ist unterbrochen, wenn der Anker durch eine Feder in seiner Längsrichtung verschoben ist, in welcher Stellung die Kollektorbürsten auf einer Hülse K liegen, die vom Kollektor isoliert ist. Wird der Kontaktknopf R niedergedrückt, so kommen die Kontaktstücke M_1, M_2 durch die Nasen O_1 in leitende Verbindung und Strom fließt von der Batterie G durch die Betriebswicklung L_1 des Relais L, wodurch der Relaiskontakt L_3 geschlossen wird. Bei der Herstellung des Kontaktes mit M_2 werden die Nasen O_1 zusammengedrückt, lösen die Haken M_3 und das Kontaktstück M_1 wird durch die Federn P zurückgezogen, so daß der Strom bei M_3, M_1 unterbrochen wird. Trotzdem bleibt der Relaiskontakt L_3 geschlossen und der Strom fließt durch die Serienwicklung L_2, die Hülse K und die Feldwicklungen A_1 des Elektromotors. Der Anker wird dadurch nach links gezogen und seine mechanische Verbindung mit der anzudrehenden Maschine entgegen der Wirkung einer Feder hergestellt. Die Bürsten kommen auf den Kollektor zu liegen, der Anker wird in Umdrehung versetzt und die Maschine andrehen. Ist diese angesprungen, so wird der Strom auf einen solchen Wert herabgesetzt, daß das Relais als Minimalausschalter wirkt und der Kontakt L_3

Digitized by Google

durch die Feder L_4 geöffnet wird, worauf der Anker durch eine Feder nach rechts zurückgedrückt und außer mechanischer Verbindung mit der angedrehten Welle gebracht wird. Alle diese Vorgänge folgen selbsttätig rasch aufeinander, ohne Rücksicht darauf, ob der Knopf *R* sofort wieder losgelassen worden ist oder nicht. Schw. P. Nr. 73 626.

Wenn während des Betriebes der Verbrennungskraftmaschine der Hebel, der das Einrücken der elektrischen Anlaßmaschine bewirkt, unvorsichtigerweise betätigt wird, so können schwere Beschädigungen der Teile eintreten. Charles Franklin Kettering in Dayton (Ver. St. v. A.) verhütet dies dadurch, daß das Einrücken des Zahnradgetriebes selbsttätig unmöglich gemacht wird, wenn die Verbrennungskraftmaschine mit eigener Kraft läuft. Zu diesem Zwecke ist an geeigneter Stelle ein kleiner Fliehkraftregler angeordnet, der nach Anspringen der Maschine zum Ausschwingen kommt und dadurch einen Sperrhebel zwischen die Einrückorgane drückt. D. R. P. Nr. 287 942

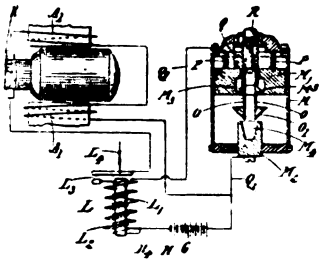
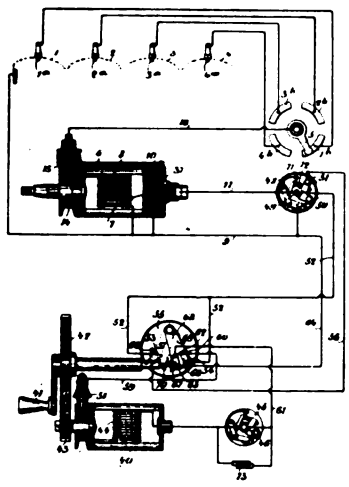


Abb. 14.



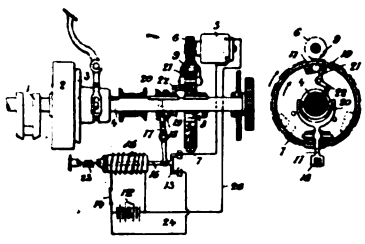


Abb. 15. Abb. 15 a.

Abb. 16.

Die Vorrichtung nach Abb. 15 und 15a der Firma Robert Bosch in Stuttgart verfolgt den Zweck, die zu starke Abnutzung und das Geräusch des zwischen elektrischer Maschine und Verbrennungskraftmaschine eingeschalteten Freilaufgetriebes zu vermeiden und gleichzeitig einem unnötigen Verbrauch des elektrischen Stromes vorzubeugen. Wird beim Andrehen der Druckknopf 14 geschlossen, so erhält der im Nebenschluß des Stromkreises geschaltete Elektromagnet 15 von der Batterie 12 Strom und zieht den Anker 16 entgegen der Wirkung der Feder 23 an. Dadurch wird die Schaltbrücke 13 geschlossen und die elektrische Maschine 5 erhält Strom. Ihre Drehung wird durch Zahnräder 6 und 7 mit Freilaufkupplung 9 auf die Maschinenwelle 4 übertragen. Gleichzeitig wird aber auch vom Anker 16 der Hebel 17 verstellt und die Schwänze 22 der Klinken 21 der Scheibe 8 gleiten auf der vertieften Fläche 19 der Muffe 20, so daß sie die Klemmwalzen 9 des Freilaufes nicht berühren. Ist die Maschine angesprungen, so wird der Schalter 14 geöffnet, der Anker 16 wird durch die Feder 23 zurückgezogen, die Schaltbrücke 13 geöffnet und der Strom vom Elektromotor abgeschaltet. Die Muffe 20 wird nach rechts verschoben und drückt die Klinke 21 nach außen, deren Schwänze 22 nun auf der erhöhten Fläche 18 laufen. Die Klinken 21 drücken die Walzen 9 entgegen der Wirkung der Federn 11 in den erweiterten Raum ihres Käfigs, wo sie nicht rollen können. Würde der Maschinist nach Anspringen der Maschine auf das Öffnen des Druckknopfes 14 vergessen, so würde ihn daran das Geräusch der Freilaufkupplung erinnern, so daß kein unnützer Stromverbrauch stattfinden kann. Ö. P. Nr. 71 263.

Elektrische Zündung.

Die Bosch Magneto Co. in New York verwendet für das Anlassen der Maschine eine von Hand anzudrehende Anlaßzündmaschine 40 (Abb. 16), die unmittelbar mit der Primärwicklung 7 der Betriebszündmaschine 6 verbunden werden kann und deren Strom eine doppelte oder mehrfache Periodenzahl hat als der der Betriebszündmaschine. Das eine Ende der Primärwicklung 7 ist durch Draht 9 geerdet, das andere Ende liegt an der Sekundärwicklung 8 und ist durch Leiter 11 mit dem isolierten Knopf 49 des Unterbrechers 48 und durch den Schleifkontakt und Leiter 52 mit den Schalterkontakten 53, 54 verbunden. Der bewegliche Kontakt 72 des Unterbrechers 48 steht mit dem Schleifring 50 und durch Leiter 56 mit dem Schalterkontakt 57 in Verbindung. Die Wicklung 44 der Anlaßzündmaschine ist einerseits mit dem Schalterkontakt 60, andererseits durch den Unterbrecher 45 mit den Schalterkontakt 62 verbunden. Schließlich ist Kontakt 63 durch Draht 64 mit dem geerdeten Leiter 9 verbunden. Beim Anlassen wird zunächst Handkurbel 41 nach rechts gedrückt, die Zahnräder 42, 43 in Eingriff und Schalthebel 65 in die voll gezeichnete Stellung gebracht, wodurch die Anlaßzündmaschine mit der Betriebszündmaschine verbunden ist mit Umgehung des Unterbrecherkontaktes 71, 72 der Betriebszündmaschine, so daß das Anlassen von der jeweiligen Stellung dieses Kontaktes unabhängig ist. Nun wird die Anlaßzündmaschine mit hoher Geschwindigkeit angetrieben, der erzeugte Strom fließt durch die Primärwicklung 7 der Betriebszündmaschine, so daß an deren Sekundärwicklung 8 die zur Zündung erforderliche Spannung entsteht. Ist die Verbrennungskraftmaschine angesprungen, so wird der Schalthebel 65 nach links verstellt, so daß nun die Primärwicklung 7 mit den Unterbrecherkontakten 71, 72 durch die Schaltkontakte 53, 57 in Serie geschaltet ist. Würde nach Anspringen der Maschine die Anlaßzündmaschine weiter gedreht, so würde trotzdem richtige Zündung stattfinden, da in jede normale Spannungswelle der Betriebszündmaschine mehrere Wechsel der Anlaßzündmaschine fallen, so daß sich immer Phasen ergeben, in denen die Zündspannung hoch genug ist. Um die Verbrennungskraftmaschine zum Stillstand zu bringen, wird die Handkurbel 41 nach rechts gedrückt ohne gedreht zu werden, wodurch die Primärwicklung 7 der Betriebszündmaschine dauernd mit der Hilfszündmaschine verbunden ist. Ö. P. Nr, 71 261.

Bei langsamem Andrehen von Verbrennungskraftmaschinen ist die Spannung am Magnetinduktor nicht groß genug, um die Funkenstrecke an den Zündkerzen zu überspringen. Erfolgt das Andrehen durch einen Elektromotor, der von einem Akkumulator gespeist wird, so soll der Kraftaufwand zum Anwerfen möglichst klein sein, um die Lebensdauer der Batterie zu verlängern. Um langsam andrehen zu können und trotzdem die nötige Spannung am Magnetinduktor zu erzielen, verwendet die Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon besondere Erregerwicklungen, die entweder auf den permanenten Stahlmagneten oder auf von den magnetischen Kraftlinien durchflossenen Maschinenteilen angebracht sind, oder besondere Elektromagnete, die während der Anwurfzeit von Strom durchflossen werden, um ein hinreichend verstärktes magnetisches Kraftlinienfeld und damit die zum Zünden nötige induzierte Spannung schon bei geringer Umdrehungsgeschwindigkeit zu erhalten. Die Erregerwicklungen der Zündmaschine können während des Anwerfens der Verbrennungskraftmaschine von derselben Batterie gespeist werden, wie der Anlaßelektromotor. Schw. P. Nr. 73 020.

Eine Erfindung der Firma Robert Bosch in Stuttgart betrifft Verbrennungskraftmaschinen, die sowohl durch einen Elektromotor als auch durch eine Handkurbel angedreht werden können. Hiebei ist ein zur Verstärkung des Zündstromes der Betriebszündmaschine beim Anlassen dienender Summer derartig angeordnet, daß er sowohl durch Einschalten des Anlaßelektromotors als auch bei Benützung der Handandrehkurbel mit der Primärwicklung der Betriebszündmaschine in Serie geschaltet und mit Stillsetzung der Andrehvorrichtungen wieder abgeschaltet wird. D. R. P. Nr. 294 675.

Charles Thomas Mason in Sumter (Ver. St. v. A.) benützt während des Anlassens eine Batterie, während des normalen Betriebes einen Generator für den Zündstrom. Bei stillstehendem Generator liefert ein Kommutator einen pulsierenden, von der Batterie erhaltenen Strom zum Generator, um diesen als Transformator zu treiben. Der Kommutator dient gleichzeitig dazu, um den Generator- oder Batteriestrom ein- und auszuschalten, indem die eine Kommutatorhälfte in der Richtung der Drehachse verschoben wird. Sie kann in drei Stellungen gebracht werden. Beim Anlassen der Verbrennungskraftmaschine (erste Stellung), ist die Batterie durch den Kommutator mit dem Generator verbunden. In der zweiten Stellung, beim normalen Betriebe, ist die Batterie ausgeschaltet, der Generator arbeitet allein. In der dritten Stellung ist der Generator kurzgeschlossen, der Zündstrom ist unterbrochen, die Maschine kommt zum Stillstand. D. R. P. Nr. 290 004.

Bei Zündvorrichtungen mit Induktorspule vermindert sich bei zunehmender Geschwindigkeit der Maschine die Intensität des Zündfunkens, da durch den rasch sich drehenden Verteiler der Hauptstromkreis für kürzere Zeit geschlossen wird. Um immer gleich heiße Funken zu erhalten, verringern Charles Franklin Kettering und William Albert Chryst in Dayton (Ver. St. v. A.) bei zunehmender Geschwindigkeit den Widerstand des Zündstromkreises, vergrößern aber gleichzeitig den Widerstand im Nebenschlußfeldstromkreis des die Batterie aufladenden Generators, um eine Überladung der Batterie zu verhüten. Soll die elektrische Maschine als Anlaßmotor dienen, so wird zunächst das Steuerglied 129 (Abb. 17) in der Richtung des gezeichneten Pfeiles herausgezogen, dadurch Kontakt 130, 131 geschlossen, so daß der Strom von der Batterie 128a über diesen Kontakt und den Kommutator 127 fließt. Ein Teil des Stromes zweigt bei 136 ab und fließt durch das Nebenschlußfeld 124 zum Widerstand 77. Durch 129 ist aber auch der Zündstromkreis über die Primärwicklung des Induktors 156 zu den Widerständen 106 und 77 geschlossen worden. Der durch die Generatorwicklung der Maschine geschickte Strom veranlaßt eine Anfangsdrehung der elektrischen Maschine, die für die Ankupplung an die Verbrennungskraftmaschine erforderlich ist. Hierauf werden die Motorbürsten 121, 122 an den Kommutator gedrückt, gleichzeitig der Stromkreis des Generatorankers bei 139 unterbrochen, so daß nun der Strom durch die Hauptstromwicklung 120 und das Nebenschlußfeld 124 fließt. Ist die Verbrennungskraftmaschine angedreht, werden die Bürsten vom Kommutator 123 abgehoben, der Generatorankerstrom bei 139 geschlossen. Der nun vom Generator erzeugte Strom fließt einerseits zur Batterie 128a, andererseits durch Wicklung 124 zum Widerstand 77. Durch einen Fliehkraftregler wird der Arm 73 so verstellt, daß bei steigender Geschwindigkeit der Widerstand 77 im Nebenschlußfeld vergrößert, gleichzeitig im Zündstromkreis verkleinert wird. Soll der Zündstrom der Trockenbatterie 170 entnommen werden, wird statt des Knopfes 129 der Knopf 128 herausgezogen. Ö. P. Nr. 73 229.

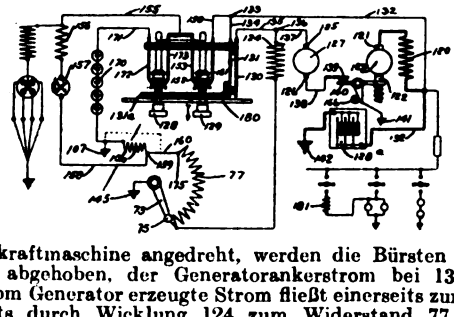


Abb. 17.

Digitized by Google

Berichtigung.

Analyse achsial-symmetrischer Lichtquellen der Außenbeleuchtung. Von J. Ondracek. E. u. M., Heft 7, Seite 77 ff.

In den Gleichungen 7) ist ein Versehen unterlaufen: Der richtige Wert des J_4 ist die Hälfte des dort angegebenen. Auf Seite 79 müßte deshalb geschrieben werden:

$$J_{\cup} = 0{\cdot}033\,J_{\nu} + 0{\cdot}265\,J_{h} + 0{\cdot}44\,J_{z/3} + 0{\cdot}237\,J_{z/6} + 0{\cdot}0254\,J_{z/4}.$$

Außerdem empfiehlt es sich, das arithmetische Mittel aus den Werten der Fourierschen Koeffizienten zu nehmen, welche aus den Gleichungen 4) hervorgehen, wenn das einemal von $r = 0$ bis $r = n - 1$, das anderemal von $r = 1$ bis $r = n$ summiert wird. Die Werte, welche den Gleichungen 4) entsprechen, sind nur bei feineren Teilungen mit jenen gleich genau.

Vereins-Nachrichten.

Personalnachricht.

Der Kaiser hat dem Sektionschef im Ministerium für öffentliche Arbeiten Dr. Arnold **v. Krasny** in Anerkennung seiner vorzüglichen Lehrtätigkeit an der Konsularakademie den Adelstand und das Prädikat „Ergen" verliehen.

Ing. Friedrich Ross †.

Am 5. März d. J. verschied plötzlich das Ehrenmitglied des Elektrotechnischen Vereines in Wien, Ing. Friedrich Ross. Die Beerdigung fand am 13. März in St. Ägyd, N.-Ö., statt.

Die Verdienste des Verstorbenen um die Elektrotechnik in Österreich sollen demnächst eingehender gewürdigt werden.

Neue Mitglieder.

Städtisches Elektrizitätswerk, Krems a. d. Donau.
Elektrizitätswerk der Stadt Melk, Melk.
M. Fischls Söhne, Spiritusfabriken, Wien.
Piffero Johann, Student, Wien.
R. Kaufmann, elektro-mechanische Werkstätte, Bludenz.
Eperjeser elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungs-Aktien-Gesellschaft, Eperjes (Ungarn).
W. Korndörfer, Fabrik chemischer Produkte für Textil- und Lederindustrie, Schröbersdorf (Böhmen).
Betriebsleitung des Kismartoner Elektrizitätswerkes, Kismarton.
Petritsch Josef, k. u. k. Leutnant i. R., Wolfsberg.
Szt. Gotthardер Erste ungarische Sensen- und Sichelfabrik, Szt. Gotthard.
Scheer Theodor, Elektroingenieur, Wr.-Neustadt.
Sarek Roman, Ingenieur, Wien.
v. Stipek Theodor, Ing., Beamter der Ö. S. S. W., Wien.
Horniker Heinrich, Ing., k. u. k. Marineingenieur, Wien.
Süßmann Julius, Betriebsleiter, Schwechat.
Winkler Alfred, Dr., Brunn.
Leithner Friedrich, Betriebsleiter, Mitterndorf.
Carette Viktor, Hörer am k. k. technol. Gewerbemus., Wien.
Hann Julius, Ing., k. k. Hauptmann, Marburg.
Czech Hans, Betriebsleiter Schönlinde.
Köster Johann Theodor, Ingenieurbüro, Klagenfurt.
Krammer Ludwig, Betriebsleiter, Abbazia.
Pflanzer Franz, Elektromaschinenmeister, Baden bei Wien.
Deschmann Heinrich, Ing., Konstrukteur an der Technischen Hochschule, Wien.
Weiß Rudolf, Elektrorevisor, Villach.
Waniek Franz, technischer Beamter, Wien.
Vyskocil Karl, Etablissement für Elektrotechnik, Wien.
Szivos Otto, Dipl. Maschineningenieur, Budapest.
Mandlmayr Josef, Elektromonteur, Parsten bei Steyr.
Poferl Adolf, Betriebsmonteur, Efferding.
Büchting Ernst, Techniker, Moosbierbaum.
Tommazzolli Franzesco, Dipl. Elektroingenieur, Wien.
Sauczek Ferdinand, Betriebsleiter, Nachod.
Städtisches Elektrizitätswerk, Leitmeritz.
Jurasek Adolf, Ing., Eisenerz.
Peltschik Rudolf, Dr., Fabriksdirektor, Jogsdorf.
Kotnik Lois, Elektro-Obermonteur, Graz.
Wieser Josef, Hall.
Wanisch Karl, Hörer am k. k. technol. Gewerbemus., Wien.
Hofmann Viktor, Hörer am k. k. technol. Gewerbemus., Wien.
Back Ludwig, Inhaber der Firma L. Back & Co., Wien.
Christof Karl, Ing., Brünn.
Hilfreich Alois, Student, Wien.
Schubert Ernst, Student, Wien.
Österreichische Siemens-Schuckert-Werke, Vertretung Laibach.
Bauer Alois, Elektrotechniker, Wien.
Mestitz Heinrich, Wien.
Suchanek V., Techniker, Wien.
Bertl Karl, Betriebselektrotechniker, Szczakowa.
Novakovic Emil, Kaufmann, Wien.
Szabo Johann Josef, Ingenieur, Maschinenbetriebschef der Kohlenbergwerke in Pilisvörösvar bei Budapest.
Surzitza Maximilian, Hörer am k. k. technologischen Gewerbemuseum, Wien.
Pervesler Friedrich, Engroßhaus für Elektrotechnik, Wien.
Lachmayer Franz, Elektriker, Ebenfurth.
Nowak Josef, Ing., derzeit Landsturmoffizial, Feldpost.
Beidich Franz, Elektromechaniker, Landskron.
v. Sztankovits Oskar, Ing., k. k. Bauoberkommissär, Wien.
Horn Rudolf, Etablissement für Wasser-, Gasleitungen und Beleuchtung, Przemysl.
Plagg Alfons, Elektriker, Groß-Veitsch bei Mitterdorf.
Jettmar Josef V., Maschineningenieur, Wien.
van Lis Pieter Hendrik Abraham, Elektroingenieur, Helder.
Städtisches Elektrizitätswerk, Marburg.
Netouschek Otto, Ing., Knittelfeld.
Beischer Karl, Elektrotechniker, Wien.
Hebich Richard, Techniker, Arnau a. d. Elbe.
Kärpel Friedrich, Elektrotechnische Handelsfirma, Wien.
Leuprecht Karl, Techniker, Karlsruhe.
Prochaska Karl, Elektromonteur, Neunkirchen.
Sebelik Theodor, Absolvent der höheren Gewerbeschule, Prag.
Schreiber Rudolf, Obermonteur, Wien.
Südmährische Elektrizitäts-Gesellschaft, Znaim.
Höfler Franz, Ing., Wien.
Galistl & Suchomel, Vertrieb sämtlicher elektrotechnischer Artikel, Wien.
Vanik Anton, technischer Beamter, Nawojowa.
Brankovsky Franz, Ing., Rossitzer Elektrizitätswerk, Zweigverein Brünn.

Einladung zur XXXVI. ordentlichen Generalversammlung.

Wir laden hiemit die Vereinsmitglieder zur Teilnahme an der **Donnerstag,** den 28. März d. J., **¾7 Uhr abends, im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 11, stattfindenden XXXVI. ordentlichen Generalversammlung** ein.

Tagesordnung:

1. Bericht über die Vereinstätigkeit im Vereinsjahr 1917/18.
2. Bericht über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1917. (Vgl. Seite 124 d. H.)
3. Bericht der Revisoren.
4. Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß.
5. Wahl eines Vizepräsidenten.
6. Wahl von 8 Ausschußmitgliedern.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren und Ersatzmänner.
8. Eventuelle Anträge. (§ 8 der Statuten.)

Die Vereinsleitung.

Vorträge.

Diskussionsabend betreffend den Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft.

Der für den 15. März anberaumt gewesene Diskussionsabend über den Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft mußte verschoben werden und findet **Dienstag den 19. März, halb 7 Uhr** abends im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I., Eschenbachgasse 9, statt.

Mittwoch den 3. April 1918, **halb 7 Uhr** abends im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 9, Vortrag des Herrn Dr. Gustav Grossmann über „Strahlung, Elektrizität und Materie". (Mit Lichtbildern.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
24. März 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 12.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Elektrisierung von Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen. Von Ing P. Poschenrieder 137

Doppelt verkettete Streuung von Drehstrom-Induktionsmotoren. Von F. Niethammer . 144

Rundschau 145
Vereinsnachrichten 148

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Elektrisierung von Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen.

Von Ing. P. Poschenrieder, Wien*).

A. Deutschland.

1. Preußen.

Die preußische Eisenbahnverwaltung hat schon frühzeitig die Elektrisierung der Vollbahnen angestrebt; sie beteiligte sich in den Jahren 1900/01 an den Versuchen der Siemens & Halske A.-G. auf der Wannseebahn (Gleichstrom mittlerer Spannung) und insbesondere an den berühmt gewordenen Schnellbahnversuchsfahrten auf der 23 km langen Strecke Marienfelde-Zossen**) (Drehstrom 10 000 V). Fast zur gleichen Zeit 1903 begannen die Versuche der preußischen Eisenbahnverwaltung in Verbindung mit der Union-Elektrizitäts-Gesellschaft auf der Strecke Niederschöneweide-Spindlerfeld bei Berlin (Einphasenstrom 10 000 V). Die Ergebnisse der genannten Versuche waren so günstig, daß sich die Eisenbahnverwaltung entschloß, auf der Hamburger Stadt- und Vorortebahn Blankenese-Ohlsdorf***) den Wechselstrombetrieb mittels Triebwagen einzuführen. Die Fahrleitung wurde für 6000 V bei 25 Per/s gebaut und es kamen nach und nach 140 Triebwagen mit rund 48 000 PS Gesamtleistung in Betrieb.

Hierauf untersuchten die Ingenieure der preußischen Eisenbahnverwaltung in Verbindung mit den hervorragenden elektrotechnischen Firmen mehrere Staatsbahnstrecken auf die Durchführbarkeit des elektrischen Betriebes. Anfangs 1909 wurden im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in großzügiger Weise Ziele und Mittel für die Elektrisierung von Vollbahnen festgelegt. Es wurde endgültig beschlossen, für die Elektrisierung von Vollbahnen hauptsächlich Lokomotiven, die mit hochgespanntem Wechselstrom von niedriger Periodenzahl betrieben werden sollen, in Aussicht zu nehmen. Dieser Entscheidung schlossen sich dann bald die deutschen Bundesstaaten Bayern und Baden an, ferner auch Österreich-Ungarn, die Schweiz und Schweden. Die preußische Eisenbahnverwaltung legte hierauf (1909) dem Landtage eine Denkschrift vor, in der die Notwendigkeit dargelegt wurde, die Einführung des elektrischen Zugverkehres mit allem Nachdruck zu betreiben. Als erste Strecke wurde die Linie Leipzig—Bitterfeld—Magdeburg ausersehen. Abb. 1 zeigt den Streckenplan. Der Landtag bewilligte zunächst die Mittel zur Elektrisierung der Teilstrecke Dessau—Bitterfeld. Man begann mit dem Bau des hiefür notwendigen Kraftwerkes am 18. Jänner 1910 und genau ein Jahr später rollte die erste elektrische Lokomotive über die Schienen. In überraschend kurzer Zeit war der Probebetrieb geschaffen worden.

a) Teilstrecke Dessau—Bitterfeld*).

Das Kraftwerk ist in Muldenstein a. d. Mulde, unweit von Bitterfeld, errichtet worden. Hier stehen Braunkohlen minderer Qualität in ausgiebiger Menge zur Verfügung. Das Werk wurde zuerst für etwa 5000 kVA, später für 10 000 kVA ausgebaut. Durch weitgehende Unterteilung und reichliche Reserve ist eine große Betriebssicherheit erreicht worden. Vom Kraftwerk führen Speiseleitungen —60 000 V— zum Unterwerk in Bitterfeld. Hier wird die Spannung von 60 000 V auf 10 000, später 15 000 V, gebracht und die elektrische Energie dann unmittelbar zu den Fahrdrähten geleitet.

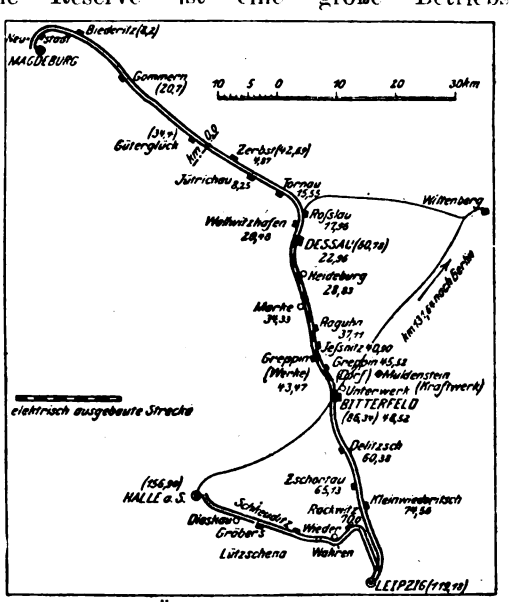


Abb. 1. Übersichtsplan der Strecke Halle—Leipzig—Magdeburg.

Die Fahrleitungsanlage der Versuchsstrecke ist teils von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, teils von den Siemens-Schuckert-Werken ausgeführt worden, und zwar als Vielfachaufhängung mit selbsttätiger Nachspannvorrichtung. Die ausgedehnten Geleiseanlagen in den Bahnhöfen, niedere Unterfahrungen usw. boten manche Schwierigkeiten, die jedoch vollständig überwunden worden sind. Es wurden nachgenannte Fahrzeuge verschiedener Bauart eingehend erprobt:

A) Die für die Wiesentalbahn der badischen Staatsbahnen bestimmte Lokomotive 1-C-1, gebaut von Maffei, München, und den Siemens-Schuckert-Werken, Berlin. Die Lokomotive wurde für eine größte Geschwindigkeit von 75 km/h gebaut, besitzt Triebräder von nur 1200 mm Durchmesser, Laufräder von 850 mm Durchmesser und ein Reibungsgewicht von 42 t. Die außenliegenden Motoren treiben die Triebräder mittels Schub- und Kuppelstangen und zwei Blindwellen an. Die Lokomotive

*) Auszug aus dem Vortrage, gehalten am 6. Februar 1918 in der gemeinsamen Tagung des Elektrotechnischen Vereines und des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie. Vgl. Heft 10 d. J.

**) Vgl. E. u. M. 1904, S. 10.

***) Vgl. E. u. M. 1906, S. 240; 1909, S. 927, 1127, 1153; 1911, S. 1010; 1912, S. 608, 632.

*) Vgl. Brecht, El. Zugförderung auf preußischen Staatsbahnen, Z. d. V. D. I. 1911, S. 1913. Vgl. E. u. M. 1908, S. 433; 1910, S. 673; 1911, S. 966.

Digitized by Google

Elektrische Lokomotiven der preußischen Staatsbahnen.
Nach: „Merkbuch für Fahrzeuge der preußisch-hessischen Staatseisenbahnen".

Gattung	Schnellzuglokomotiven									Personenzuglokomotiven						Güterzuglokomotiven													
	ES									EP						EG													
Achsfolge	2—B—1	2—B—1	2—B—1	1—D—1	1—C—1	1—C—1	1—C—1	1—D—1	1—C	2 B+B1	2—D—1	D	D	D	1 B+B1	B+B	B+B+B	C+C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Direktionsbezirk	Halle			Breslau	Halle			Breslau				Halle																	
Betriebs-Nr.	1	2	3	4	5	6	9—19	201	202/8	290/10 233/34	235	502	503	504	505	509/10	511/37	538/50 a b c	551/52 569/70	506	507/8								
Fabrik	Hannover. M. F.			Krauss & Cie.	Maffei	Borsig	Schw.	Maffei	—	—	—	Hannover. M. A. G.		B. B. & Cie.	S.S.W.	Krauss & Cie.	A.E.G.	S.S.W.	B. B. & Cie.	Maffei-Schwartzkopf									
Elektr. Ausrüstung	S.S.W.	A.E.G.	Bergmann	A.E.G.	S. S. W.		M. Schw.	S.S.W.	M. Schw.	Bergmann		A.E.G.	M. Schw.	B. B. & Cie.	S.S.W.	A. E. G.	A.E.G.	S.S.W.											
Bezeichnung und Zahl der Motoren	1 S.M.	1 d.g.M.	1 S.M.	2 d.g.M.	1. S.M. Hilfserr.	1 S.M.	1 S.M.	2 S.M. Hilfserr.	1 S.M.	1 Rep.M.	1 Rep.M.	1 d.g.M.	1 d.g.M.	1 Rep. M.	1. S.M. Hilfserr.	2 d. g. M.	2 S. M.	—	—	1 d.g.M.	1 Rep.M.								
Stunden- Leistung je 1 Motor, PS	1000	900	1350	—	1800	—	—	600	800	—	—	800	—	—	600	—	—	—	—	600	1050								
Dauer- PS	725	600	1050	800	1500	—	—	450	450	—	—	450	—	—	500	—	—	—	—	400	750								
Gesamtgewicht in t	73·25	73·72	72·58	101·15	84·93	80·27	84·00	99·28	—	—	—	66·00	64·66	66·13	66·77	94·44	67·00	—	—	63·22	68·11								
Reibungsgew. in t	30·80	32·40	32·00	68·00	51·60	50·00	—	68·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—								
Gr. Achsdruck in t	15·4	16·2	16	17	17·2	16·68	—	17	—	—	—	16·8	16·6	16·2	16·9	17·97	16·8	—	—	16	17·2								
V_{max} in km/h	110	110	110	110	110	100	111	90	50	50	50	50	50	50	50	75	50	—	—	50	60								

lief in Dessau—Bitterfeld mit Geschwindigkeiten bis über 90 km/h. Im ersten Betriebsjahre (25. Jänner 1911 bis 25. Jänner 1912) wurden von derselben 34 000 km zurückgelegt und 6 000 000 tkm geleistet.

B) Die 1-C-1-Lokomotive für die französische Südbahn, gebaut von Henschel & Sohn in Kassel und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Diese Lokomotive dient zur Beförderung schwerer Personen- und Güterzüge bei 80 km/h Geschwindigkeit; Treibraddurchmesser 1310 mm, Laufraddurchmesser 850 mm, Reibungsgewicht 54 t, Antrieb wie oben, jedoch von zwei nach innen gelegten Motoren.

C) Die von den preußischen Staatsbahnen bestellten Lokomotiven.

Über die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres*) der elektrischen Versuchsstrecke Dessau—Bitterfeld finden wir in der Denkschrift des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten folgendes. Am 10. Februar 1911 begann die elektrische Beförderung von fahrplanmäßigen Personen- und Güterzügen. Ein Jahr hindurch wurden außer den eigentlichen vertragsmäßigen Abnahmeprüfungen noch zahlreiche andere Versuche mit den verschiedenen Teilen der Anlage vorgenommen.

Im **Kraftwerk** erzielte man folgende Meßergebnisse:

		Im Entwurfe vorgesehen:	Wirkliches Ergebnis:
Kohlenverbrauch	für eine Schalttafelkilowattstunde	3·541 kg	2·8 kg
Dampfverbrauch		8·5 „	8·4 „
Kohlenkosten		0·885 Pfg.	0·616 Pfg.

Von den zahlreichen mit den elektrischen Lokomotiven angestellten Versuchen sind folgende Ergebnisse beachtenswert: Bei stillstehendem Fahrzeuge und trockenen Schienen **ohne** Sand wurden Reibungsziffern bis zu $^1/_2$ und mehr, bei langsamer Bewegung bis zu $^1/_3$ und mehr gemessen. Die beobachteten geringsten Werte der Reibungsziffer bei schlüpfrigen Schienen und in Weichenkrümmungen betrugen — ohne Verwendung von Sand — $^1/_8$ bis $^1/_{10}$. Bei vergleichenden Zugkraftversuchen mit elektrischen und Dampflokomotiven wurde gefunden, daß eine elektrische Lokomotive unter fast gleichen Verhältnissen eine um mindestens 25% größere Zugkraft ausüben kann als eine Zweizylinder-Dampflokomotive, soweit die Zugkraft nur durch die Schienenreibung begrenzt ist. An den Stromabnehmern der elektrischen Lokomotive wurde der Energieverbrauch wie folgt gemessen:

		Im Entwurfe 1908 vorgesehen:	tatsächlich gemessen:
Schnell- u. Pers.-Züge	im Mittel	29 Wh/tkm	29.5 Wh/tkm
Güterzüge		20 „	16·5 „

Bei keinem Teile der Anlage konnte eine über Erwarten große Abnutzung beobachtet werden. Vertragsmäßig waren die Fristen, innerhalb derer die Kollektoren der Motoren keine Nacharbeit erforderlich machen dürfen, bei den Personenzuglokomotiven mit 5000 Lokomotivkilometer, bei den Güterzuglokomotiven mit 2000 Lokomotivkilometer angegeben worden. Tatsächlich hatten die Lokomotive E-S-1 30 000 km und die Lokomotive E G 502 20 000 km zur Zeit der Berichtsverfassung zurückgelegt gehabt, ohne daß irgend welche Arbeiten an den Kollektoren vorgenommen werden mußten. Die Abnutzung der Kohlenbürsten betrug 0·1 bis 0·5 Pfg. für den gefahrenen Kilometer. Betriebsstörungen, Zugsverspätungen usw., die auf die Eigenart des elektrischen Betriebes zurückzuführen wären, sind nur selten vorgekommen. Im Kraftwerk Muldenstein**), das ohne jede Reserve arbeitete, wurde eine gründ-

*) E. K. B. 1912, S. 191; vgl. E. u. M. 1912, S. 382, 1071.
**) Vgl. E. u. M. 1910, S. 466; 1915, S. 185.

Digitized by Google

liche Untersuchung der Hauptturbinen vorgenommen, die ein zufriedenstellendes Ergebnis hatte. Im Unterwerk wurden gleich anfangs die 10 000 V-Schalter verstärkt und die Wicklungen und Transformatoren besser isoliert und befestigt. Die Fahrleitungsanlage hat von Haus aus keine Schwierigkeiten ergeben und während eines Jahres wurde nicht ein einziger Isolator durchgeschlagen.

Die größte Beachtung fand selbstverständlich das Verhalten der elektrischen Lokomotiven; kamen doch durchwegs neue noch nicht erprobte Konstruktionen in Verwendung. Trotzdem sind keine nennenswerten Störungen vorgekommen. Bei der einen 2-B-1-Lokomotive brach die Blindwelle. Die Untersuchung ergab, daß das Material infolge fehlerhafter Herstellung der Welle in der Richtung der Hauptbeanspruchung völlig unzureichende Güteziffern aufwies, bei einer zweiten 2-B-1-Lokomotive mußte — des stärkeren Motors wegen — eine durchgreifende Verstärkung des Triebwerkes vorgenommen werden. Bei einigen Transformatoren mußten Verbesserungen durchgeführt werden, indem dieselben genügend widerstandsfähig gegen die im Eisenbahnbetrieb unvermeidlichen Erschütterungen gemacht werden mußten. Diese Mängel zeigten sich bald nach der Inbetriebsnahme der Lokomotiven und waren auch in kürzester Zeit beseitigt.

Das in den verschiedenen Teilen der Zugsförderungsanlage beschäftigte Personal hat sich der ihm übertragenen und teilweise durchaus neuartigen Aufgaben mit großem Eifer und Verständnis unterzogen. Die Lokomotivführer zeigten großes Interesse und Verständnis für die Einrichtungen, die Bedienung und Instandhaltung der elektrischen Lokomotiven; sie gewöhnten sich bald an den Eindruck, der durch die Fahrleitungsanlage veränderten Strecke. Sie äußerten sich sehr anerkennend über die völlig freie Streckenaussicht bei den elektrischen Lokomotiven im Gegensatze zu den Dampflokomotiven und über die bei Bedarf so bequeme steigerungsfähige Zugkraft der elektrischen Lokomotiven*).

Die günstigen Ergebnisse, die bei den Probefahrten mit elektrischen Lokomotiven auf der Versuchsstrecke Dessau—Bitterfeld erzielt worden sind, ermunterten die preußische Eisenbahnverwaltung, die ganze Strecke Magdeburg—Dessau—Bitterfeld—Leipzig—Halle für elektrischen Betrieb einzurichten und so wurden sämtliche Arbeiten für das Kraftwerk und die Fahrleitungen vergeben und die notwendigen Lokomotiven bestellt**).

b) Lauban—Königszelt.

Die Eisenbahnstrecke Leipzig—Bitterfeld—Magdeburg liegt durchwegs in der Ebene. Um jedoch die elektrische Zugförderung auch auf einer Bahn mit ausgesprochenem Gebirgscharakter studieren zu können, entschloß sich die preußische Eisenbahnverwaltung, die elektrische Zugförderung auf einzelnen Strecken des kgl. Eisenbahndirektionsbezirkes Breslau einzuführen. Es sind dies die Hauptstrecken Lauban—Hirschberg—Dittersbach—Königszelt (129 km), sowie die anschließenden Strecken Hirschberg—Grüntal (50 km), Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut (40 km) und Niedersalzbrunn—Halbstadt (35 km)— zusammen 294 km, die man als schlesische Gebirgsbahnen bezeichnet (Abb. 2). Die Hauptstrecke weist Steigungen bis zu 20‰, die Nebenstrecken bis zu 25‰ auf; der kleinste Krümmungsradius ist 188 m***).

Das Kraftwerk liegt nicht weit von Kohlengruben entfernt in Mittelsteine, Kreis Neurode am Steinefluß, etwa 2 km südlich der Station Mittelsteine an der Strecke Glatz—Dittersbach. Es liefert Drehstrom für die benachbarten Ortschaften und Fabriken und Einphasenstrom (3500 V umgeformt auf 80 000 V) für die schlesischen Gebirgsbahnen.

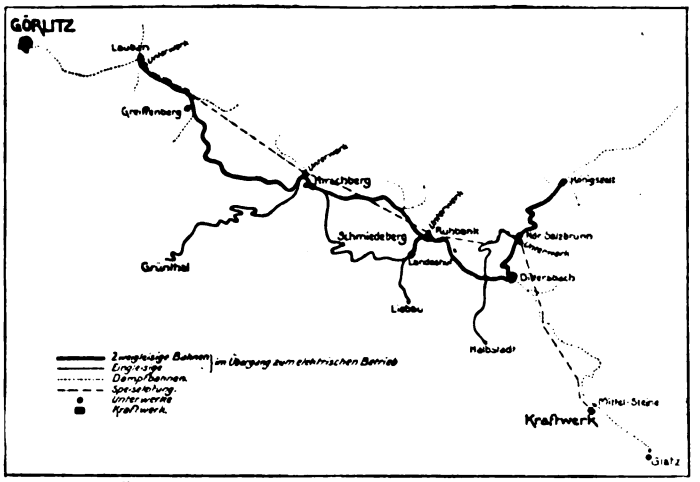


Abb. 2. Übersichtsplan der Strecke Lauban—Königszelt mit Abzweigungen.

Freileitungen mit Hängeisolatoren führen den hochgespannten Strom zu den vier Unterwerken: Niedersalzbrunn, Ruhbank, Hirschberg und Lauban. In den Unterwerken wird der Strom auf 15 000 V Spannung gebracht und zu den Fahrleitungen geleitet. Die Fahrleitungen bestehen aus Hartkupferprofildraht von 100 mm² Querschnitt, und zwar wurden die Strecken Greifenberg—Hirschberg—Merzdorf—Ruhbank—Landeshut—Liebau nach der Bauart der Siemens-Schuckert-Werke, die übrigen Strecken Lauban—Greifenberg, Ruhbank—Dittersbach—Königszelt nach der Bauart der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausgeführt.

Für den Bau der Lokomotiven war die Hauptbedingung gestellt, daß die bisherigen größten Zugleistungen, die von Dampflokomotiven mit Vorspann bewältigt wurden, von den elektrischen Lokomotiven ohne Vorspann geleistet werden müssen. Der Eigenart der Trassenführung und des Verkehres entsprechend kamen sehr verschiedene elektrische Fahrzeuge zur Anschaffung (vgl. die Tabelle S. 1038). Außer den Lokomotiven kamen auch noch 5 Triebwagenzüge, jeder bestehend aus einem Motorwagen in der Mitte und 2 Anhängewagen, gebaut von den Linke—Hofmann-Werken in Breslau und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin zur Ausführung*).

In welch großzügiger Weise die preußische Eisenbahnverwaltung die elektrische Zugförderung in Angriff nahm, zeigt der Umstand, daß für die beiden Linien Halle—Leipzig—Magdeburg und Lauban—Königszelt mit den südlichen Abzweigungen nicht weniger als 92 Lokomotiven und 5 Triebwagen bestellt wurden. Rechnet man hiezu noch die auf die Kgl. Eisenbahn-Direktion Altona entfallenden 142 Fahrzeuge für Blankenese—Ohlsdorf, sowie die 3 Fahrzeuge für die Berliner Stadt-, Ring- und Vorortebahnen, so ergibt sich ein Gesamtbetrag von 242 Wechselstromfahrzeugen.

2. Bayern**).

In Bayern wurde der elektrische Vollbahnbetrieb zuerst auf der 1899 bis 1900 erbauten Bahn Murnau-Oberammergau***), die der Lokalbahn Aktiengesellschaft München, gehört, eingeführt. Diese Bahn ist 23·6 km lang, weist Steigungen bis 35‰ und starke Krümmungen auf. Das Wasserkraftwerk an der Ammer liefert

*) E. T. Z. 1912, S. 370.
**) E. K. B. 1912, S. 534. (Über die neuen Güterzugslokomotiven der A. E. G., siehe S. 146 d. Heftes. D. Schriftl.)
***) Vgl. E. u. M. 1912, S. 1071.

*) E. K. B. 1915, S. 97.
**) Vgl. E. u. M. 1908, S. 541, 733; 1914, S. 354.
***) Vgl. E. u. M. 1905, S. 281, 759; 1908, S. 541, 733.

Digitized by Google

Strom für die Beleuchtung der umliegenden Ortschaften und außerdem Bahnstrom (einphasigen Wechselstrom von 5500 V Spannung bei 16 Per/s). Die Leitungsanlage ist einfach durchgeführt; versuchsweise wurde auf einer 11 km langen Strecke eine sogenannte Vielfachaufhängung eingebaut. Als Betriebsmittel stehen 4 Triebwagen (zu je 200 PS) und 3 Lokomotiven (zu je 350 PS) mit Zahnradantrieb für den Güterverkehr (im Sommer auch für den Personenverkehr) zur Verfügung. Die Elektrifizierung der Bahn erfolgte durch die Siemens-Schuckert-Werke, die Inbetriebsetzung anfangs 1905.

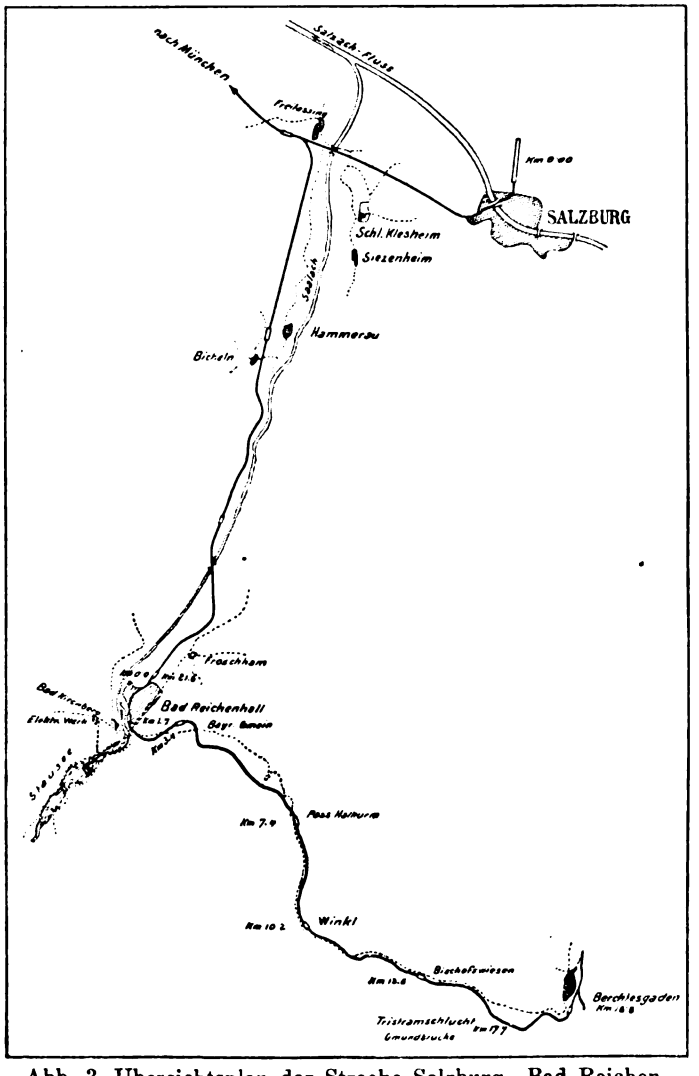


Abb. 3. Übersichtsplan der Strecke Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden

Der bayrische Staat hat von den ihm gehörenden Wasserkräften etwa 100 000 PS für die Elektrisierung der Bahnen vorgesehen; das kgl. bayrische Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten legte in einer ausführlichen Denkschrift vom 6. April 1908 die Studien über die Zweckmäßigkeit der Elektrisierung von Vollbahnen nieder und stellte ein Programm auf, nach dem die Elektrisierung mehrerer Staatsbahnlinien vorgenommen werden soll. In dieser Denkschrift wird zur Erprobung des elektrischen Betriebes als besonders geeignet die 40·4 km lange Linie Salzburg—Bad Reichenhall—Berchtesgaden*) (Abb. 3) genannt. Die Strecke Salzburg—Reichenhall ist ziemlich flach, während die anschließende Strecke bis Berchtesgaden ausgesprochenen Gebirgscharakter aufweist, so daß die Fahrzeuge sowohl in der Ebene als auch auf ziemlich großen Steigungen (bis 40 ‰) erprobt werden können.

*) Vgl. E. u. M. 1908, S. 863,

Im Jahre 1911 wurde mit dem Bau des Saalach-Kraftwerkes bei Reichenhall begonnen. Durch Einbau einer Sperre in die Saalach wurde ein Stausee von 2·6 km Länge und 0·45 km Breite geschaffen. Bei einem Gefälle von 20 m und einer mittleren Wassermenge von 16·4 m³/s erhält man rund 3200 PS mittlerer Leistung. Die Stauanlage ermöglicht Spitzenleistungen bis zu 7000 PS. Das Kraftwerk liefert Drehstrom von 20 000 V und 50 Per/s zur Beleuchtung und Kraftübertragung für die Umgegend und einphasigen Wechselstrom von 15 000 V für $16^2/_3$ Per/s zum Speisen der Bahnleitungen.

Die Fahrleitungsanlage von Salzburg—Freilassing und Bad Reichenhall—Berchtesgaden wurde von den Siemens-Schuckert-Werken, die von Freilassing bis Bad Reichenhall von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft gebaut.

Es kamen zweierlei Fahrbetriebsmittel in Bestellung, acht Zuglokomotiven 2-C-1 mit hochgelagertem Motor, der mittels Triebstangen und Blindwelle auf drei gekuppelte Triebachsen arbeitet (für große Geschwindigkeiten) und vier Schublokomotiven B + B für Zahnradantrieb (900 PS bei rund 50 km/h). Den mechanischen Teil aller Lokomotiven baute Krauss & Cie. in München. Die Siemens-Schuckert-Werke in Berlin und die Maffei-Schwarzkopf-Werke in Berlin lieferten je vier elektrische Ausrüstungen für die Zuglokomotiven, die BergmannWerke in Berlin und die Firma Brown-Boveri & Cie. in Mannheim je zwei elektrische Ausrüstungen für die Schublokomotiven. Das Saalach-Kraftwerk wurde 1913 fertiggestellt, im Jahre 1915 wurde der elektrische Betrieb aufgenommen.

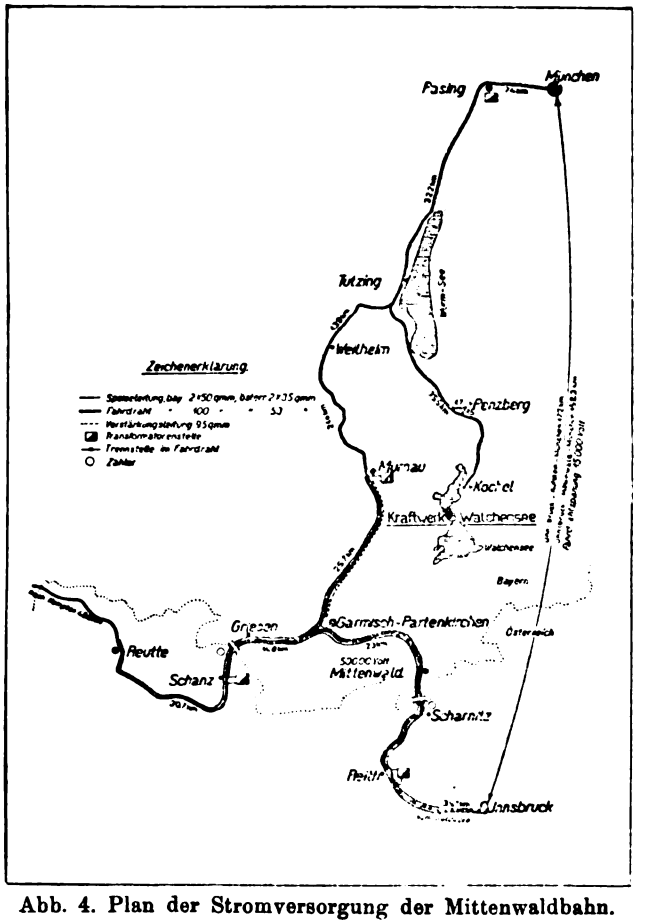


Abb. 4. Plan der Stromversorgung der Mittenwaldbahn.

Die als Lokalbahn konzessionierte elektrische Vollbahnlinie Innsbruck—Scharnitz—Mittenwald—Garmisch—Partenkirchen — Griessen — Reutte (Abb. 4) wird als Mittenwaldbahn bezeichnet*). Die in Österreich

*) E. u. M. 1913, S. 157, 170, 381; E. T. Z. 1912, S. 426 u. E. K. B. 1913, S. 116 u. S. 129.

Digitized by Google

liegenden Teilstrecken sind ein Werk des leider zu früh verstorbenen Dr. h. c. Josef Riehl in Innsbruck. Die 42 km lange Teilstrecke Scharnitz—Griessen baute und betreibt der bayrische Staat.

Die elektrische Energie zum Betrieb der Mittenwaldbahn — und vorläufig bis zur Fertigstellung des Walchensee-Kraftwerkes auch für die Teilstrecke Scharnitz—Griessen — liefern die Elektrizitätswerke an der Ruetz, am Auslauf des Stubaitales in Tirol; der hochgespannte Strom (50 000 V) wird mittels Freileitungen, die am Gestänge der Fahrleitungen befestigt sind, zu den Transformatorstationen geleitet und auf 15 000 V gebracht.

Die Fahrleitungsanlage der bayrischen Strecken Scharnitz — Garmisch — Partenkirchen — Griessen wurden nach dem Systeme der Bergmann-Elektrizitätswerke in Berlin als einfache Vielfachaufhängung mit doppelter Isolation hergestellt.

Für die Strecke Garmisch—Grießen beschaffte der bayrische Staat fünf Stück elektrische Lokomotiven 2-C-1 von den Maffei-Schwarzkopf-Werken in Berlin.

Die bayrische Staatseisenbahnverwaltung beabsichtigt nach Fertigstellung der großen Wasserkraftanlage am Walchensee*) und bei Lechbruck auch die hauptsächlich für den Vorortverkehr von München in Betracht kommenden Linien München—Garmisch—Partenkirchen—Tutzing

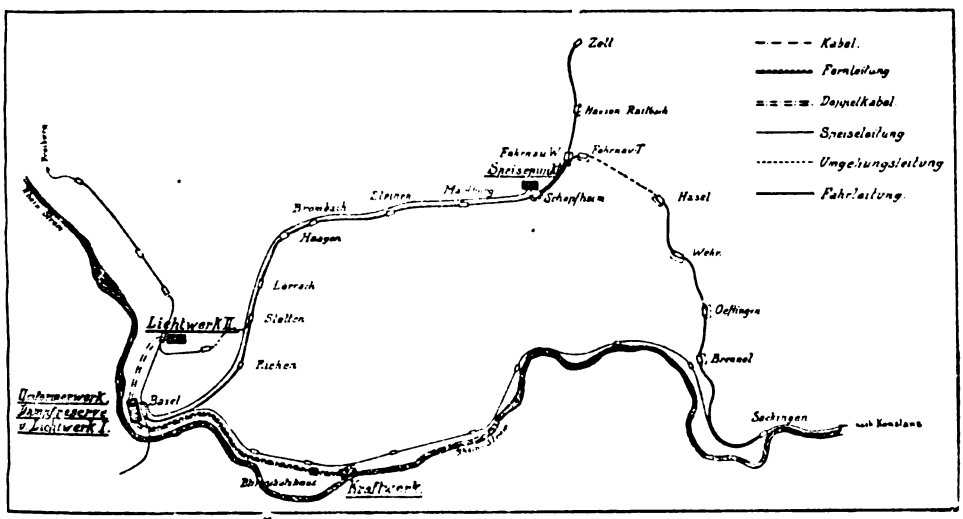


Abb. 5. Übersicht der Leitungsanlage der Wiesentalbahn.

—Penzberg—Kochel—Weilheim—Peissenberg—München—Starnberg, München—Schliersee und Holzkirchen—Rosenheim die Elektrifizierung durchzuführen.

3. Baden**).

Die großherzoglich badische Staatseisenbahnverwaltung beschloß im Jahre 1910 auf der Strecke Basel—Schopfheim—Zell — der sogenannten Wiesentalbahn — mit der Abzweigung von Schopfheim nach Säckingen am Rhein den elektrischen Betrieb einzuführen (Abb. 5). Diese eingleisige Bahn hat eine gesamte Länge von 49·1 km, Steigungen 1 : 100 und einen kleinsten Krümmungsradius von 270 m.

Die elektrische Energie für die Zugförderung liefert das 8 km oberhalb Basel am Rhein gelegene Kraftwerk Augst-Wyhlen***) in Form von Drehstrom (6800 V, 50 Per/s) an das Umformerwerk, das im neuen badischen Personenbahnhof in Basel untergebracht ist. Hier wird einphasiger Wechselstrom von 15 000 V bei 15 Per/s erzeugt und nach den einzelnen Streckenabschnitten der Fahrleitung geleitet. Bemerkenswert ist, daß eine Pufferungsanlage (750 V Gleichstrom bei 2200 Ah) aufgestellt worden ist.

*) Vgl. E. u. M. 1916, S. 516; 1917, S. 618.
**) E. K. B. 1913, S. 65, 88 u. 214; E. u. M. 1909, S. 814.
**) Vgl. E. u. M. 1913, S. 728, 961.

Die Fahrleitungen wurden auf der Strecke Basel—Schopfheim als Vielfachaufhängung der Siemens-Schuckert-Werke hergestellt, während die Strecken Schopfheim—Zell und Schopfheim—Säckingen eine neue Kettenaufhängung Bauart Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft erhielten. Als Betriebsmittel für Personen- und Güterzüge wurden 12 elektrische Lokomotiven beschafft. Die Siemens-Schuckert-Werke lieferten außer der schon bei den Versuchen Dessau—Bitterfeld genannten Probelokomotive 1-C-1 noch 9 Lokomotiven 1-C-1 mit je zwei hochgelagerten Motoren, die auf eine gemeinsame zwischen der zweiten und dritten Triebachse gelagerten Blindwelle arbeiten. Größte Zugkraft einer Lokomotive am Radumfang 10 000 kg, größte Geschwindigkeit 75 km/h. Die Firma Brown-Boveri & Cie. lieferte zwei Lokomotiven, Übertragung mittels Dreieckgestänge, Derimotoren (je 800 PS) mit Bürstenverschiebung. Größte Zugkraft 6400 kg, größte Geschwindigkeit 70 km/h.

In Baden soll das zu erbauende Murgkraftwerk*) eine ähnliche Rolle spielen wie das Bayernwerk am Walchensee.

Aus obigen Darlegungen kann man entnehmen, daß in Deutschland sehr eifrig an der Einführung der elektrischen Zugförderung gearbeitet wurde. Nun kam der große Krieg und alle Arbeiten mußten jäh unterbrochen werden. Auf der Bahnlinie Magdeburg—Leipzig—Halle hat man sogar den Fahrdraht abmontiert und ihn für Kriegszwecke verwendet.

In den neutralen Ländern und wohl auch in den feindlichen Staaten, die ja mit dem Mangel an Kupfer und sonstigen Materialien nicht zu rechnen brauchen, machte die Elektrifizierung der Vollbahnen auch während des Krieges bedeutende Fortschritte.

B. Schweden.

Die kgl. schwedischen Staatsbahnen**) nahmen bereits im Juli 1905 eingehende Versuche mit elektrisch angetriebenen Vollbahnfahrzeugen auf der Strecke Tomteboda—Värtan bei Stockholm vor. Es kam einphasiger Wechselstrom von 5000 bis 20 000 V bei 25 Per/s in Verwendung und es wurden eine Lokomotive (300 PS) von den Siemens-Schuckert-Werken, Berlin, eine Lokomotive (300 PS) von der Westinghouse Co. und ein Triebwagenzug mit zwei Triebwagen (230 PS) von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin bezogen. Weiters kamen mehrere Typen von Fahrdrahtaufhängungen zur Erprobung. Die Fahrgeschwindigkeit betrug bis zu 70 km/h; die elektrischen Ausrüstungen haben sich gut bewährt. Besonders reiche Erfahrungen wurden über die Einwirkungen des Wechselstromes der Fahrleitungen auf benachbarte Schwachstromleitungen gesammelt***). Die Generaldirektion der schwedischen Staatsbahnen hat nun den vom Direktor Dahlander verfaßten Bericht über die Versuchsergebnisse an die schwedische Regierung überreicht und diese ging bald daran, sich das Eigentumsrecht vieler Wasserkräfte und Hochmoore zu sichern. Im Jahre 1905 wurde eine eigene Behörde — die sogenannte „kunigl. Vattenfallsstyrelson“ (kgl. Wasserfalldirektion) — in Stockholm

*) Vgl. E. u. M. 1914, S. 839; 1917, S. 329.
**) Vgl. E. u. M. 1906, S. 10, 15, 385; 1908, S. 40, 277, 503, 614.
***) Versuche mit elektr. Betrieb auf schwed. Staatseisenbahnen. Ausgeführt während der Jahre 1905 bis 1907 von R. Dahlander, Verlag von R. Oldenbourg, München u. Berlin.

Digitized by Google

geschaffen, die 1911 ein Werk: „Die Wasserkräfte Schwedens" veröffentlichte. Aus diesem Werke ist zu entnehmen, daß Schwedens ausnutzbare Wasserkräfte rund 10 Mill. PS betragen und diese im Jahre 6 bis 9 Monate hindurch zur Verfügung stehen*). Von diesen Wasserkräften kommen 75% auf das dünn bewohnte und noch wenig erschlossene Nordschweden, 25% auf Südschweden.

In Schweden sind in den Jahren 1906 bis 1911 mit Genehmigung des Reichstages etwa 5 Mill. Kronen für den Aufkauf von Wasserkräften verwendet worden, die dereinst hauptsächlich zur Lieferung von elektrischer Energie für die schwedischen Eisenbahnen dienen sollen. Das strategische Bedenken, das in Österreich-Ungarn und Deutschland vor dem großen Kriege bestand und teilweise wohl noch besteht, daß eine elektrische Bahn im Kriegsfalle

Abb. 6. Lageplan der Bahn Kiruna—Riksgränsen mit Anschlußlinien.

leichter lahmgelegt werden kann, als eine mit Dampf betriebene Eisenbahn, kommt in Schweden der geographischen Lage wegen nicht viel in Betracht. Von ausschlaggebender Bedeutung sind die wirtschaftlichen Verhältnisse. Schweden besitzt nämlich nur ganz unbedeutende Kohlenlager in Süden und war bis jetzt auf die Zufuhr von Kohlen aus England und anderen Ländern angewiesen; es bezog jährlich um 70 Mill. Kronen Kohlen aus dem Auslande.

Die schwedische Regierung verlangte am 4. April 1910 vom schwedischen Reichstag zur Durchführung aller Arbeiten für die Elektrisierung einer Probestrecke — der sogenannten Riksgränsenbahn — die erhebliche Summe von 21·5 Mill. Kronen und der Reichstag genehmigte diese Summe am 30. Juli 1910 ohne Meinungsaustausch einhellig, so sehr überzeugt war derselbe von der großen Bedeutung der Vorlage.

*) Oberbaurat E. Engelmann hat in einem im Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein (3. Jänner 1908) gehaltenen Vortrage die Wasserkräfte Schwedens und Norwegens eingehend geschildert. Vgl. auch E. u. M. 1916, S. 72.

Elektrisierung der Riksgränsenbahn*).

Der schwedische Teil der Ofotenbahn, der nördlichsten Bahn der Erde (Abb. 6) heißt Reichsgrenzbahn — Riksgränsenbahn. — Die Ofotenbahn verbindet Luleå am Bottnischen Meerbusen mit der Hafenstadt Narvik am Atlantischen Ozean. Auf der Teilstrecke Kiruna—Riksgränsen werden riesige Mengen von Eisenerz, die aus dem bei Kiruna gelegenen Erzberg Kirunavaara gewonnen werden, nach Narvik verfrachtet. Der schwedische Staat entschloß sich zur Elektrisierung dieser eingleisigen Bahnstrecke, hauptsächlich auch deshalb, weil die Dampflokomotiven bereits an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angekommen waren. Die Erzzüge hatten vor Einführung des elektrischen Betriebes 28 Erzwagen mit Geschwindigkeiten von 40 km/h in der Ebene und 12 km/h bei 10‰ Steigung zu ziehen. Nach Einführung des elektrischen Betriebes wurde die Geschwindigkeit auf 50 km/h bezw. 30 km/h gesteigert. Ein Erzzug besteht aus 40 Wagen.

Die Bahn Kiruna—Riksgränsen führt durch vollständig unbewohnte und unkultivierte Gegenden. Während in Kiruna noch verkrüppelte Birken bis 3 m Höhe vorkommen, fehlt in Riksgränsen jede Vegetation. Das 140 km nördlich vom Polarkreis gelegene Kiruna besitzt eine durchschnittliche Jahrestemperatur von — 1° C und tiefste Temperatur im Jänner — 25° C bis 35° C (tiefste beobachtete Temperatur — 52°). Von Oktober bis Ende Mai liegt ständig Schnee. Eigentliche Sommermonate sind nur Juni, Juli und August. Die eingeborene Bevölkerung dieser rauhen Gegend sind die Lappen, die bekanntlich keinen festen Wohnsitz haben, sondern in sehr einfachen Zelten wohnen und mit ihren Renntieren von Ort zu Ort ziehen. Im Sommer ist es dort bekanntlich Tag und Nacht hell, während im Winter nur einige Stunden Dämmerung herrschen.

Diese klimatischen und kulturellen Verhältnisse boten besonders beim Bau der Stromverteilungs- und Fahrleitungsanlage bedeutende Schwierigkeiten, die aber durch geeignete Maßnahmen, besonders durch sorgfältigste Vorbereitung und rechtzeitige Einteilung überwunden werden konnten. Das für den Bau notwendige Personal wurde in Südschweden gefunden und schon drei bis vier Monate vor Baubeginn verpflichtet. Die Wohnungsfrage wurde dadurch gelöst, daß die schwedische Staatsbahn 80 bis 90 ausrangierte Güterwagen zur Verfügung stellte, die teils als Wohnwagen (drei Betten übereinander) teils als Küchen- und Eßwagen ausgerüstet und längs der Strecke auf Nebengeleisen aufgestellt wurden. Außerdem wurden die Arbeitsgruppen mit Zelten ausgerüstet, um bei Regenwetter eine Zufluchtsstelle zu haben. Entsprechend dem Fortschreiten der Arbeiten am Leitungsbau konnten die fahrbaren Wohnküchen und Eßräume leicht verschoben werden, wodurch die Wegzeiten zu den Baustellen der Stromverteilungsanlage, die sich über eine Länge von 260 km hinzieht, sehr verringert wurden. Eine Handelsgesellschaft in Kiruna versorgte die Arbeitergruppen mit Eßwaren, Kleider und Gebrauchsgegenständen.

Das Kraftwerk**) wurde an den Porjusfällen, 120 km südlich von Kiruna, im Stora-Lule-Aelf erbaut. Durch einen Staudamm wird der Wasserspiegel des Porjussees um 5 m erhöht und ein Gefälle von 55 m gewonnen. Der Maschinenraum ist aus dem Felsen herausgesprengt und liegt 50 m unter der Erdoberfläche. Für den ersten Ausbau kamen vier Turbinen mit liegender Welle, direkt gekuppelt mit drei Wechselstromerzeugern von je 10 000 kVA für den

*) E. T. Z. 1915. S. 393; E. K. B. 1914, S. 161, 186. Vgl. E. u. M. 1915, S. 502; 1916, S. 98.

**) Vgl. E. u. M. 1914, S. 14.

Digitized by Google

Bahnbetrieb und ein Drehstromerzeuger von 1000 kVA für die Luft- und Kraftversorgung der Erzbergwerke in Gellivare und Kiruna zur Aufstellung. Die Bahnmaschinen wurden von der A. S. E. A. „Västerås" geliefert; sie erzeugen Einphasenstrom von 4000 V bei 15 Per/s und 225 Umdr./min. Die achtpoligen Stromerzeuger sind von vollständig geschlossener Bauart, deren Kühlluft von einer besonderen Ventilatorenanlage zugeführt wird. Durch Manteltransformatoren zu 3000 kVA der Siemens-Schuckert-Werke wird die Spannung auf 80 000 V gebracht.

Längs der 130 km langen Bahnstrecke Kiruna—Riksgränsen sind vier Unterwerke angeordnet. Vom Kraftwerk am Porjus führen nach Kiruna vier Kupferseile von je 80 mm² Querschnitt und von hier aus Kupferseile von 70, 60 und 50 mm² zu den Unterwerken. Die Leitungen werden von Eisentürmen (dreieckige Bauart), die einen Abstand von 125 m bis 320 m besitzen und 18 bis 22 m hoch sind, mittels Hänge- und Abspannisolatoren getragen. Bemerkenswert ist noch, daß auf der 120 km langen Strecke Porjus—Kiruna drei sogenannte Umschalthäuser in die Speiseleitungen eingebaut wurden, die den Zweck haben, Isolationsfehler rasch finden zu können. In diesen Umschaltehäusern befinden sich auch die Hörnerblitzableiter mit Ölwiderständen. In jedem Unterwerke sind drei Transformatoren (Manteltype der Siemens-Schuckert-Werke) von je 1000 kVA Dauerleistung untergebracht, die den hochgespannten Strom von 80 000 auf 15 000 V der Fahrdrahtleitung umwandeln.

Für die Fahrleitung wurde Vielfachaufhängung mit einer mittleren Spannweite von 52·5 m gewählt. Es kamen meist Maste mit Ausleger zur Aufstellung. Als Tragseil dient ein Kupferseil von 50 mm² Querschnitt, während der Fahrdraht aus achterförmigem Profildraht von 80 mm² hergestellt worden ist. Die aus Gasrohren bestehenden Ausleger sind drehbar angeordnet, so daß selbsttätige Nachspannungen unschwer angeordnet werden konnten, die den großen Temperaturunterschieden in diesen rauhen Gegenden Rechnung tragen. Auch für die senkrechten Hängedrähte und für alle Verbindungsklemmen wurde Kupfer, bezw. Bronze verwendet, um möglichst lange Haltbarkeit zu erzielen. Es sind durchwegs sehr kräftige Isolatoren für einfache Isolation vorhanden. In Entfernungen von 1·3 km sind Abfangvorrichtungen und Streckentrenner mit Hörnerschalter in die Fahrleitung eingebaut. Auf den drei- und mehrgleisigen Bahnhöfen werden die Fahrleitungen von Masten mit Jochen getragen. Zum Schutze gegen statische Ladungen der Fahrleitungen wurden auf allen Stationen, die kein Unterwerk haben, kleine Holzhäuschen errichtet, in denen ein Hörnerblitzableiter mit Emailwiderstand in der Erdleitung eingebaut ist. Besonders sorgfältige Konstruktionen erforderten die Tunnels und Schneegalerien. Für die Montage der Fahrleitung wurden besondere Eisenbahnzüge zusammengestellt, von deren Arbeitsplattformen eine ganze Spannweite zugleich in Angriff genommen werden konnte.

Die Lokomotiven für die Personen- und Schnellzüge haben 200 t auf 10‰ Steigung mit 50 km/h, in der Ebene mit 100 km/h Geschwindigkeit zu ziehen; die für die Erzzüge ziehen 1855 t in der Ebene mit 50 km/h Geschwindigkeit. Es kamen zwei Schnellzuglokomotiven der Bauart 2-B-2 der A. S. E. A. „Västerås" und 13 Erzzuglokomotiven der Bauart 1-C+C-1*), also kurz gekuppelte Doppellokomotiven, zur Anlieferung. Über die ganze Länge einer Lokomotivhälfte der Erzzuglokomotiven zieht sich das Lokomotivhaus, das der klimatischen Verhältnisse wegen aus Holz gefertigt und unter Einhaltung eines isolierenden Luftraumes mit Eisenblech abgedeckt ist. Das Lokomotivhaus besteht aus dem Führerstand, dem Apparatenraum und dem Motor und Maschinenraum.

*) 11 Stück von den Siemens Schuckert-Werken und 2 Stück von der A. S. E. A. „Västerås".

Die zum Betriebe der Lokomotiven dienenden Einphasen-Wechselstrommotoren sind Reihenschlußmotoren mit Hilfserregung. Jeder Motor ist mit einem Haupttransformator verbunden. Hochspannungswicklungen und Niederspannungswicklungen liegen unmittelbar übereinander. Das Anlassen und Abstellen der Motoren sowie deren Geschwindigkeitsregulierung geschieht durch Stufenschalter (Hüpfer oder Schützen) und eine Schaltdrosselspule, die durch Dreiteilung bewirkt, daß jeder der Motorstromhüpfer jeweils nur ein Drittel des gesamten Motorstromes zu schalten hat und dementsprechend nur verhältnismäßig gering belastet wird. Die Stufenschalter sind sämtlich in einem großen Gerüste untergebracht und bequem zugänglich. Die Führerschalter sind mit einer Kurbel versehen, die bei etwaiger Ermüdung oder Erkrankung des Führers den Steuerstrom und damit auch den Motorstrom abschaltet. Die Lokomotiven sind für den Zugsbetrieb mit der durchgehenden selbsttätig wirkenden Druckluftbremse, Bauart New York Air Brake, und für den Leerlauf mit einer nicht selbsttätig wirkenden Luftdruckbremse ausgerüstet. Die Scherrenstromabnehmer und Ölschalter werden mittels Druckluft betätigt. Das Gewicht einer Doppellokomotive beträgt 138 t.

Die baulichen Arbeiten für den elektrischen Betrieb der Riksgränsenbahn waren anfangs Juni 1914 soweit fertiggestellt, daß am 5. Juni 1914 die Probefahrten mit den Erzzuglokomotiven beginnen konnten. Der bald darauf ausbrechende Krieg brachte eine empfindliche Störung aller Arbeiten und erst am 11. März 1915 konnte der elektrische Verkehr in vollem Umfange aufgenommen werden.

Die Riksgränsenbahn liegt, wie bereits erwähnt, in einer Gegend mit ausgesprochenem Polarklima. Der kurze Sommer weist hohe Tagestemperaturen auf und muß zu dieser Zeit der Hauptwert auf Abführung der Wärme der Motoren, Transformatoren usw. gelegt werden. Es geschieht dies durch ein an der Lokomotive angebrachtes Schlottergebläse. Im Winter tritt bei sehr tiefer Temperatur starkes Schneetreiben ein. Bemerkenswert ist, daß die Dampflokomotiven oftmals nicht anfahren konnten, weil das Lageröl der Erzwagen eingefroren war; es mußte dann stets eine zweite Lokomotive zu Hilfe genommen werden. Das Anfahren der elektrischen Züge ist auch bei den tiefsten Temperaturen im Winter 1915/16 und 1916/17 anstandslos von statten gegangen.

Die Leitungsanlage entspricht durchwegs den gehegten Erwartungen. Bemerkenswert ist, daß an der Speiseleitung Porjus—Kiruna, die zum Teil über ausgedehnte Sümpfe führt, Rauhreifbildungen bis zu 10 cm Durchmesser auftraten, die eine starke Belastung der Leitungsdrähte mit sich bringen.

Die Elektrisierung der Bahn Kiruna—Riksgränsen hat die an sie gestellten hohen Erwartungen noch übertroffen und es wurde bereits beantragt, den elektrischen Betrieb für die ganze Strecke von Luleå am Bottnischen Meerbusen bis nach Narvik am Atlantischen Ozean in Anwendung zu bringen. Der schwedische Staat befaßt sich auch bereits mit dem Gedanken, andere Eisenbahnlinien der Elektrifizierung zuzuführen, um von der Kohleneinfuhr aus dem Auslande unabhängig zu werden.

Am 2. September 1917 war die zweijährige Probezeit der gesamten elektrischen Anlagen der Riksgränsenbahn abgelaufen und wurden diese vom Staate übernommen.

Digitized by Google

Die Direktion der schwedischen Staatsbahn gibt in ihrem Berichte vom 7. August 1917 an die Regierung bekannt, daß trotz des für die Gewinnung eines ökonomischen Betriebes höchst unvorteilhaften Zustandes, indem der Erzverkehr auf der Strecke Kiruna—Riksgränsen wegen der politischen Lage teils bedeutend vermindert und teils sehr unregelmäßig durchgeführt werden mußte und ungeachtet dessen, daß die Materialkosten erheblich gesteigert wurden, doch die gesamten Materialkosten die Summe unterschritten haben, die bei Abschluß des Vertrages 1909 berechnet war.*)

Der schwedische Staat ließ in der Provinz Linköping einige Schmalspurbahnen auf elektrischen Betrieb umbauen; es sind dies die Strecken: Linköping—Ringstorp (21 km), Linköping—Fagelsta (39 km), Fornass—Motala (15 km), Klockrike—Narenberg (8 km), Spurweite 891 mm, größte Steigung 12·5‰, kleinster Krümmungsradius 300 m.

C. Norwegen.

Norwegen besitzt — von Spitzbergen abgesehen — wie Schweden reiche Wasserkräfte und keine Kohlen. Die Wasserfälle gehören den Grundeigentümern. Seit dem Jahre 1894 kauft der Staat Wasserfälle auf, um Triebkraft für die Bahnen zu erhalten; er besitzt bereits Wasserfälle für eine Maschinenleistung von einer Mill. PS). Die erste staatliche Kraftanlage soll am Glommenfluß (Mörkfos-Fall) erstehen und gemeinschaftlich mit der Solbergfos-Kraftanlage, die der Stadt Christiania gehört, betrieben werden. Ein Teil der Kraft soll dann zum Betriebe der Vollbahnlinie Christiania—Drammen**) verwendet werden. Das Ministerium für öffentliche Arbeiten ließ bereits im Jahre 1907 Entwürfe zur Elektrifizierung dieser Strecken ausarbeiten, doch ist es bis jetzt zur Ausführung nicht gekommen. Norwegen besitzt noch keine staatliche elektrische Bahn. Hingegen finden wir eine größere elektrische Privatbahn, die Rjukanbahn vor, die von der A. E. G. ausgeführt worden ist.

Die Rjukanbahn***).

Die in den Jahren 1908 bis 1910 erbaute Rjukanbahn führt von Notodden am Hitterdalsee nach dem etwa 30 km entfernten Tinnoset am Tinnajö (sogenannte Tinnosbahn), einem etwa 200 m hoch gelegenen und 30 km langen Binnensee, der durch einen Fährenbetrieb überbrückt wird. An der anderen Seite des Sees geht eine 16 km lange Bahn (sogenannte Vestfjorddalsbahn) von Rollag nach Saaheim, wo sich große chemische Fabriksanlagen befinden (Abb. 7).

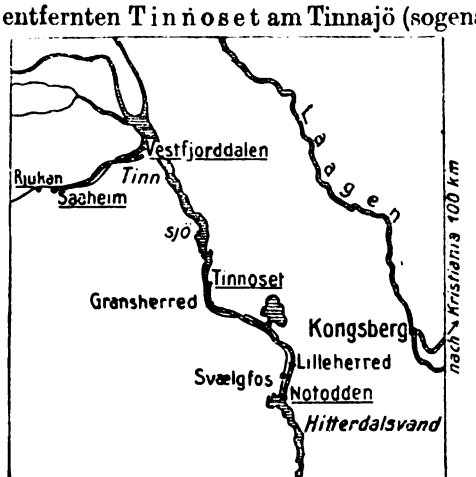


Abb. 7. Situationsplan beider Bahnstrecken.

Auf der Tinnosbahn kommen Steigungen bis 27‰, auf der Vestfjorddalsbahn Steigungen bis 18‰ vor. Die Bahn dient hauptsächlich für den Güterverkehr, doch hat sich auf derselben auch der Personenverkehr stark entwickelt. An beiden Bahnstrecken befinden sich die Riesenanlagen für Luftstickstoffgewinnung, und zwar an der Tinnosbahn 3 bis 5 km von Notodden-Svaelgfos und Lienfos mit 40000, bezw. 70000 PS und an der Vestfjorddalsbahn, nahe bei Saaheim, Rjukanfos*) mit 150000 PS.

Diese großen Kraftwerke liefern die elektrische Energie in Form von Drehstrom von 10000 bis 11000 V bei 50 Per/s, der dann in den Umformerwerken in Einphasenstrom von 15 bis 16 Per/s und gleichfalls 10000 bis 11000 V umgewandelt wird. Von den Umformerwerken führen kurze Speiseleitungen zu den Fahrleitungen, die als Vielfachaufhängung (Kettenoberleitung) ausgeführt worden sind. Die Kettenoberleitung besteht aus einem Tragseile aus verzinktem Stahl von 31·5 mm² Querschnitt, das mit Hilfe von Hängedrähten den eigentlichen achterförmigen Kontaktdraht von 65 mm² Querschnitt trägt.

Es sind sowohl vierachsige Lokomotiven (drei Stück) mit Drehgestellen und je vier Motoren zu 125 PS, als auch zweiachsige Lokomotiven (zwei Stück) mit den gleichen Motoren zur Anschaffung gekommen. Die Motoren mit Zahnradübersetzung wurden ganz nach Art der Straßenbahnmotoren in die Fahrzeuge eingebaut.

*) Svenska Dagbladet 8. August 1917.
**) Vgl. E. u. M. 1913, S. 1021.
***) E. K. B. 1912, S. 713. Vgl. E. u. M. 1913, S. 19.

Doppelt verkettete Streuung von Drehstrominduktionsmotoren.

Von F. Niethammer, Prag.

In E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 14, nimmt auffallenderweise Sachs nur Bezug auf meine älteren Arbeiten über doppeltverkettete Streuung. Ich vertrete durchaus nicht mehr die Notwendigkeit der Gleichheit der primären und sekundären Amperewindungs-Amplituden. Ich habe in E. u. M. 1916, Heft 35, Seite 416, allgemein und streng physikalisch die totale Kurzschlußreaktanz X_K von Drehstrommotoren einschließlich doppelt verketteter Streuung ohne irgendwelche willkürliche Annahme über das Stromübersetzungsverhältnis λ ermittelt. Diese Reaktanz X_K ist ebenso wie das Stromverhältnis $\lambda = I_{KII}/I_{KI}$, das sich eben aus der Theorie ergibt, vom Winkel Ψ zwischen den Achsen einer Primär- und einer Sekundärphase abhängig und kann nach meiner Gleichung 76) für jede beliebige Rotorstellung genau ausgerechnet werden, wobei natürlich auch die zeitlichen Schwankungen des Drehfeldes genau berückzichtigt sind. Als Rechnungswert genügt es dann, den Mittelwert der Kurve X_K zwischen $\Psi = 0$ und 30^0 zu nehmen, da dann dieselben Werte wiederkehren; ich begnüge mich also nicht mit dem Mittelwert aus den beiden Grenzwerten für $\Psi = 0$ und $\Psi = 30^0$. Für beliebige Winkel Ψ dürfte gerade die Reihenentwicklung am ehesten zum Ziele führen.

Die Reihenentwicklung ermöglicht wohl allein eine allgemeine Lösung bei Drehstromwicklungen unter Berücksichtigung der zeitlichen Veränderlichkeit des Drehfeldes (der Dreh-AW) und des veränderlichen Winkels Ψ zwischen den Achsen einer primären und sekundären Phase.

Ich möchte hier nochmals die zur Berechnung der Kurzschlußreaktanz wichtigen Ausdrücke zusammenfassen: Nach Gleichung 76) und 77) ist die Kurzschlußreaktanz $X_K = E : I_K$ eines Drehstrommotors in technischen Einheiten genügend genau (E = Klemmenspannung, I_K = Kurzschlußstrom bei Vernachlässigung der Ohmschen Widerstände)

$$X_K = \frac{\pi^2 f}{p}\left(\frac{N_I}{3 a_I}\right)^2 \mathfrak{G}\,[\sigma_d + \sigma_e] \cdot 10^{-9} \quad \ldots \quad 1).$$

$$\sigma_d = \varkappa_I - \frac{\varkappa_c^2 + \varkappa_s^2}{\varkappa_{II}} \quad \ldots \quad 2)$$

*) Vgl. E. u. M. 1915, S. 24.

Digitized by Google

ist der Koeffizient der doppelt verketteten Streuung, $\sigma_e = \sigma' + \sigma''$ der hier als bekannt vorausgesetzte Koeffizient der gewöhnlichen, einfach verketteten Streuung und zwar die Summe der primären und sekundären Streuung, f = (sekundliche) Frequenz des Wechselstromes, $2p$ = Polzahl, N_I = totale primäre Leiterzahl, die pro Phase in a_I parallele Zweige geschaltet sei. $\mathfrak{G} = \frac{\tau l}{\delta''}$ ist die magnetische Leitfähigkeit pro Pol des Hauptfeldes, τ = Polteilung, l = axiale Eisenlänge, δ'' = reduzierter Luftspalt. Für Dreiphasenwicklungen ist:

$$\varkappa_I = \frac{12}{\pi^2}\left[c_1'^2 + \left(\frac{c_5'}{5}\right)^2 + \ldots \left(\frac{c_n'}{n}\right)^2\right] \quad \ldots\ldots 3),$$

$$\varkappa_{II} = \frac{12}{\pi^2}\left[c_1''^2 + \left(\frac{c_5''}{5}\right)^2 + \ldots \left(\frac{c_n''}{n}\right)^2\right] \quad \ldots\ldots 4),$$

$$\varkappa_c = \frac{12}{\pi^2}\left[c_1' c_1'' \cos\Psi + \frac{c_5' c_5''}{5^2}\cos 5\Psi + \ldots + \frac{c_n' c_n''}{n^2}\cos n\Psi\right] \quad . 5),$$

$$\varkappa_s = \frac{12}{\pi^2}\left[c_1' c_1'' \sin\Psi - \frac{c_5' c_5''}{5^2}\sin 5\Psi + \ldots \pm \frac{c_n' c_n''}{n^2}\sin n\Psi\right] \quad . 6).$$

n hat die Werte aller ungeraden Zahlen mit Ausnahme von 3 und der Vielfachen von 3 anzunehmen, also

$$n = 1, 5, 7, 11, 13, 15, 17, 19, 23 \ldots$$

Im Ausdruck $\varkappa_s$ sind die Glieder Nr. 1, 7, 13, 19 ... positiv, Nr. 5, 11, 17 ... negativ.

Haben wir primär Q_I Nuten pro Pol und q_I Nuten pro Pol und Phase, sekundär Q_{II} Nuten pro Pol und q_{II} Nuten pro Pol und Phase, so gilt für die Koeffizienten c' und c'' allgemein*)

$$c_n' = \frac{\sin\frac{n\pi q_I}{2Q_I}}{q_I \sin\frac{n\pi}{2Q_I}} \text{ und } c_n'' = \frac{\sin\frac{n\pi q_{II}}{2Q_{II}}}{q_{II}\sin\frac{n\pi}{2Q_{II}}} \quad . 7).$$

Damit sind die ganzen Rechnungsgrundlagen für die genaue Berechnung der doppelt verketteten Streuung gegeben. $\sigma_e = \frac{\mathfrak{G}_s' + \mathfrak{G}_s''}{\mathfrak{G}}$ ist das Verhältnis der magnetischen Leitfähigkeit der beiden einfach verketteten Streufelder zu der des Hauptfeldes.

Die Fourierschen Reihen, die übrigens jedem Elektroingenieur geläufig sein sollten, und die damit verknüpften Schwierigkeiten dürften kaum die Ursache sein, wenn in der Praxis die Resultate der genauen Berechnung der doppelt verketteten Streuung bei Induktionsmotoren nicht ausgiebiger benutzt werden. In E. u. M. 1911, Heft 31, habe ich gemeinsam mit Dr. E. Siegel ausführliche Tabellen für den Koeffizienten σ_d der doppelt verketteten Streuung für alle praktisch vorkommenden Fälle veröffentlicht. Die Tabellen sind viel umfassender, als die von Sachs in E. u. M. 1918, Heft 3, angegebenen Tabelle, die unserer Tabelle Ia in E. u. M. 1911, Heft 31, entspricht und natürlich nach dem ganzen Rechnungsverfahren nicht auf 7 Dezimalziffern genau sein kann. Diese Tabellen in E. u. M. 1911, Heft 31, sind allerdings unter der Voraussetzung, daß die Grundwellen der primären und sekundären AW sich aufheben, entwickelt; sie weichen aber nur sehr wenig von den Werten ab, die die strenge Theorie nach E. u. M. 1916, Heft 35, gibt. Aus Zeitmangel habe ich nur den Fall zweier Dreiphasenwicklungen mit zwei Nuten pro Pol und Phase in der Primärwicklung und drei Nuten pro Pol und Phase in der Sekundärwicklung durchgerechnet, und zwar die Werte σ_{d_9}, $\sigma_{d_{15}}$ und $\sigma_{d_{30}}$ für $\Psi = 0^0$, 15^0 und 30^0:

$$\sigma_{d_9} = 0{\cdot}0399;\ \sigma_{d_{15}} = 0{\cdot}0417 \text{ und } \sigma_{d_{30}} = 0{\cdot}0520.$$

Der Mittelwert ist

$$\sigma_d = \frac{\sigma_{d_9} + 4 \cdot \sigma_{d_{15}} + \sigma_{d_{30}}}{6} = \boxed{0{\cdot}0431}.$$

Würde man nur das Mittel aus σ_{d_9} und $\sigma_{d_{30}}$ nehmen, so ergäbe sich 0·460. In der Tabelle Ia in E. u. M. 1911, Heft 35, ist für den eben berechneten Fall $\sigma_d = 0{\cdot}044$ gesetzt, in E. u. M. 1918, Heft 3, dagegen $\sigma_d = 0{\cdot}0385$.

Zu diesen Ausführungen bemerkt Herr Dr. **K. Sachs**, Baden (Schweiz), folgendes:

Den in dieser Zeitschrift, Jhrg. 1916, Seite 401 ff., erschienenen Aufsatz von Prof. Niethammer habe ich aus dem einfachen Grunde in meiner Arbeit (E. u. M. 1918, Seite 14) nicht erwähnt, weil ich ihn erst vor wenigen Tagen gelesen habe, als ich endlich in der Nachschaffung der mir während der vergangenen 2 Jahre durch die widrigen Verhältnisse im Auslandspostverkehr verloren gegangenen Hefte einigermaßen Glück hatte. Herr Prof. Niethammer wird es mir, glaube ich, gerne zugute halten, daß ich entgegen der leider in den letzten Jahren mancherorts zur Unsitte gewordenen Gepflogenheit auf die Literatur sonst in gründlicher Weise Bezug nehme. Ich habe natürlich für den von mir eingeschlagenen Rechnungsweg niemals jene Genauigkeit beansprucht oder vorausgesetzt, wie sie der Methode von Prof. Dr. Niethammer zukommt, die zweifellos, wenn auch in nicht ganz einfacher Weise, die einzige absolut exakte Lösung des Problems liefert. Mit meiner Arbeit wollte ich mit relativ einfachen Mitteln unter Benutzung einer der Vorstellung leicht zugänglichen, nicht ganz uninteressanten Wicklungszerlegung zu brauchbaren Werten gelangen, namentlich für die praktisch wichtigsten Fälle mit wenigstens 3 Nuten pro Pol und Phase. Die Genauigkeit der Rechnung hätte sich übrigens gleichfalls unter Berücksichtigung der Werte für eine oder mehrere Zwischenstellungen zwischen 0° und 30° und Ausrechnung des Mittelwertes nach der Simpsonschen Regel noch erheblich steigern lassen.

*) In Gleichung 60) und 61) des zitierten Aufsatzes ist leider ein Druckfehler unterlaufen, der aber leicht zu erkennen war.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Zentralisierung der deutschen Elektrizitätserzeugung. Direktor Knust. Wenn die Kosten der Herstellung von 1 km Hochspannungsleitung mit Mk. 10 000 angenommen werden, so hat man bei 5% Tilgung und Unterhaltung und 5% Verzinsung ungefähr 0·5 bis 1 Pfg. an Kosten der Fortleitung pro kWh zu rechnen. Ungefähr der gleiche Betrag entfällt pro kWh auf die Beförderung von Briketts von der Grube bis zu der zirka 60 km entfernten Zentrale. Die Kosten für den elektrischen und mechanischen Transport würden sich demnach beiläufig decken*).

Die geringe Wirtschaftlichkeit der kleineren Elektrizitätswerke, die Braunkohlen oder Briketts verfeuern, weist der Verfasser an Hand der Ausweise von 31 Elektrizitätswerken nach. In Gruppen zusammengefaßt ergeben sich die Werte der umstehenden Tabelle.

Stellt man die 29 kleineren Werke ab und versorgt das Gebiet von einem großen Werk, das 10 000 WE/kWh braucht, so kann man im Mittel 1150 WE/kWh ersparen. Dies würde, auf das Reich übertragen, bei einer Erzeugung von 2·6 Milliarden kWh (Friedenszeit) eine Ersparnis von 260 000 t Kohle gleich 6 Mill. Mark mit sich bringen. Rechnet man auf der einen Seite die festen Kosten für die erforderlichen Fernleitungen, auf der anderen den Ausfall an Bedienungskosten für Maschinen und Kessel, so kann man eine Reinersparnis von 5 Mill. Mark annehmen. Bei Verfeuerung der

*) Vgl. E. u. M. 1918, Hefte 8, 9.

Digitized by Google

Braunkohle an der Grube würden die Brennstoffkosten 0·42 Pfg./kWh ausmachen, gegen 1·61 Pfg. bei den beiden großen Werken der Tabelle.

Anzahl der Werke	Leistung in kW im Mittel	Jährliche Erzeugung in KWh	Wärmeeinheitenverbrauch je kWh	Kolenkosten in Pfg je kKh	10 000 WE kosten Pfg.
9	200	2 265 914	14 467	3·72	2·57
9	960	12 306 354	12 991	3·04	2·42
11	2 500	43 058 197	19 452	2·01	1·92
2	12 100	34 524 933	8 836	1·61	1·82

(Technische Blätter Nr. 5/6, 1917, nach Braunkohle.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Selbsteinschaltender Ölschalter. E. Besag beschreibt den neuen Ölschalter der Voigt & Haeffner A.-G., der an Stelle des vorhandenen Handantriebes einen $^1/_{10}$ PS-Drehstrommotor erhält. Der Motor bezieht nach erfolgter Auslösung Strom aus dem Netz und zieht eine Einschaltfeder auf, die nach 3 min den Schalter in die Schlußstellung bringt; war unterdessen die Störung nicht behoben, so schaltet der Ölschalter wieder aus und bleibt ausgeschaltet. Abb. 1 zeigt die normale Ruhestellung des Ölschalters. Bei Überstrom löst das Maximalrelais *R* (Abb. 1) das Schloß des Schalters aus, die freiwerdende Ausschaltfeder *i* bringt den Schalter durch die Stange *s* in die Ausschaltstellung, dabei kommt der Wechselschalter auf den Kontakt *l* zu stehen, der Motor *M* (es ist nur eine Phase gezeichnet) erhält über den Spannungswandler *W* Strom und betätigt durch Schneckenrad *a* und die exzentrische Schaltklinke das Schaltrad *b*. Damit dreht sich die Steuerscheibe *d* zur Einstellung der Wechselschalterkontakte auf *e* und *f* und die Kurvenscheibe *c*, die durch das Gestänge *d* die Einschaltfeder *h* und die Ausschaltfeder *i* des Schlosses spannt. Steht die auf Scheibe *c* laufende Rolle in ihrem Höhepunkt, so reißt die Feder *h* das mit dem Ölschalter gekuppelte Schloß in die Einschaltstellung, und am unteren Wechselschalter kommt der Kontaktarm auf *m* zu stehen. Hiemit ist nach 3 min wieder die gezeichnete Stellung herbeigeführt, nur sind noch durch 15 s die Kontakte *e* und *f* durch einen Prüfdaumen an *d* überbrückt. Ist die Störung beseitigt, so geht der Kontaktarm auf *e* und die Normalstellung ist erreicht. Hat aber unterdessen Relais *R* wieder ausgeschaltet, so findet der Prüfkontakt *f* keinen Strom vor, der Motor *M* bleibt also stehen und damit bleibt der Ölschalter dauernd ausgeschaltet; das Einschalten kann nur von Hand aus geschehen. (E. T. Z. 38, Heft 49, 1917.)

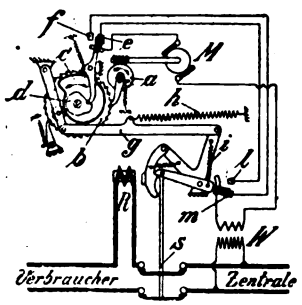


Abb. 1.

Elektrische Beleuchtung.

Untersuchungen über den Lichtbogen unter Druck.

W. Mathiesen ergänzt seine bisherigen Untersuchungen*) durch die über das Verhalten des Lichtbogens in Sauerstoff und Stickstoff. DieKohlenstellung war wie bei Projektionslampen, es wurden Reinkohlen, eine 10 mm Docht- und eine 9 mm Homogenkohle, verwendet, die Stromstärke war 10 A, die Netzspannung 110 V. Bei Sauerstoff, der durch den Behälter durchgeleitet wird, verkürzt sich bei konstanter Spannung der Bogen mit zunehmendem Druck; steigt die Elektrodenspannung von normal 42 V auf 50 bis 60 V, so wird der Bogen unruhig und reißt ab, im Unterdruck ist der Bogen sehr ruhig. Die Flamme ist nichtleuchtend, sie wird in Sauerstoff größer als in Luft, offenbar zufolge der besseren Leitfähigkeit der Flammengase. Die Kohlen brennen sehr rasch ab, die Kohlenenden glühen auf ein weites Stück, auch nach Ausschalten des Stromes glühen sie durch 25 min, bei 1 at Überdruck. Die Lichtstärke des Bogens nimmt bis 1 at Überdruck beträchtlich zu, sinkt bis 2 at auf das anfängliche Maß herab und steigt allmählich wieder an. Beim Lichtbogen in Luft bei konstanter Spannung steigt die Lichtstärke mit steigendem Druck ebenfalls an, aber viel weniger. Die anfängliche Lichtstärke in Sauerstoff war 540 HK, die in Luft 1490 HK; die Abweichung wird teils durch die schräge Lage des Kraters, teils durch den dunklen Entladungsraum an der glühenden Fläche zufolge der intensiveren Verbrennung erklärt; diese im Nebenschluß zum Bogen bestehende dunkle Entladung entzieht dem Bogen Strom, wodurch der positive Krater kleiner wird.

Der Bogen unter Stickstoff brennt viel ruhiger als in Luft, seine Farbe gleicht im Wesen der beim Brennen in Sauerstoff und Luft, die Lichtstärke ändert sich wenig mit zunehmendem Druck, die Charakteristik der Veränderung ist die gleiche, wie bei Sauerstoff, doch viel weniger ausgeprägt, der Wert der Lichtstärke war im Wesen der beim Bogen in Luft gleich. Bei 2 bis 3 at Überdruck macht sich ein grünlicher Lichtkranz scharfer Abgrenzung an der negativen Kohle bemerkbar, der die Form eines Ringes von spitz zulaufendem Querschnitt hat; im Unterdruck (40 mm Hg) trat der Kranz in noch größerer Ausdehnung auf. Die Kohlen spitzen sich so wie beim Bogen in Luft zu, was der Bildung von Zyan (C_2N_2) zugeschrieben wird; der Kohlenverbrauch ist aber geringer als beim Bogen in Luft.

Brennt der Bogen in seinen eigenen Gasen (eingeschlossener Bogen), so bildet sich Wasserstoff, Kohlenoxyd, Stickstoff, Sumpfgas, Kohlensäure, Spuren von Sauerstoff, dazu Spuren der Dämpfe von Leuchtzusätzen und endlich Stickstoffdioxyd. Als positive Kohle diente eine Fluorkalziumkohle „Excello gelb 104", als negative „Noris homogen", die Stromstärke war 10 A, die Elektrodenspannung 55 V konst. Der Anfangsdruck im Behälter sank in 37 min von 4 auf 3·5 at. Die Lichtstärke nimmt in den ersten 10 min von 4150 auf weniger als 2000 HK ab, von dort sinkt sie allmählich auf 890 HK zu Ende des Versuches (nach 37 min); der Sauerstoff war bereits in 31 min verbraucht, also schneller als unter gewöhnlichem Druck. Der Lichtbogen hat ein so trübes Aussehen, daß er den größten Teil des Kraterlichtes absorbiert.

Die Versuche zeigten also, daß die Lichtstärke des Bogens mit konstantem Energieverbrauch durch die bloße Drucksteigerung eine geringe Zunahme erfährt; Grad und Verlauf der Steigerung ist von der Art des Gases abhängig. (E. T. Z. 38, Heft 49.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 96.

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Neue Güterzugslokomotiven für die Strecke Magdeburg—Leipzig—Halle der preuß. Staatsbahnen hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Auftrag erhalten. Bekanntlich wird diese Strecke mit einphasigem Wechselstrom von 13 500 V, $16^2/_3$ Per./s betrieben. Die 27 bestellten Lokomotiven, Bauart B+B bestehen aus zwei durch eine Kurzkupplung verbundenen Triebgestellen. Der Oberrahmen ruht auf Gleitpfannen und ist nur durch die Drehzapfen mit den Triebgestellen verbunden. Der Triebgestellrahmen und die untere Hälfte des Motorgehäuses sind aus einem gemeinsamen Stahlgußstück hergestellt, so daß besondere Verbindungsteile entbehrt werden können. Jeder der zwei Motoren von 600 PS Stunden- und 400 PS Dauerleistung arbeitet mit beiderseitig angeordneten Zahnrädern auf eine zwischen den beiden Kuppelachsen des Triebgestelles liegende Blindwelle (Abb. 2), letztere treibt mit

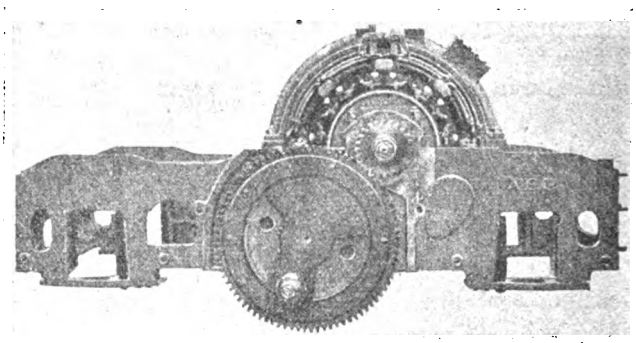


Abb. 2.

Kurbeln und Schlitzkuppelstangen die Achsen an; dadurch ist der Motor in den abgefederten Teil verlegt. Durch die Verschiebung zwischen Blindwelle und Achsen, ermöglicht durch die Verschiebbarkeit des Steines im Kuppelstangenschlitz, wird das Federspiel ausgeglichen und starke Stöße werden vermieden. Die beiden Kollektormotoren mit Reihenwicklung laufen mit 600 U. p. min, entsprechend 34 km Fahrtgeschwindigkeit; der Anlauf geschieht in Repulsionsschaltung, die Umschaltung auf Fahrt besorgt ein Fliehkraftregler. Die Motoren sind dauernd in Reihe geschaltet, die Regelung erfolgt durch vom Führerstand mittelst Fahrschalters gesteuerte Schütze, die die Motoren an die Anzapfungen von 280 bis 1020 V des Transformators legen. Die Schütze sind gegeneinander und mit dem Fahrtwender durch Hilfskontakte verriegelt. Eine Kreiselpumpe treibt das Transformatoröl durch seitlich an der Lokomotive angebrachte Rippenrohrkühler; der Hauptschalter ist ein Ölschalter, der durch Druckknopfschaltung, aber auch durch Gestänge, von den Führerständen aus geöffnet werden kann. In einem Triebgestell ist ein Motorkompressor untergebracht, der Druckluft für Nebenbetriebe der Lokomotive liefert. Bei einer Länge über Puffer von 11·2 m, beträgt das Gesamtgewicht der Lokomotive 65 t, davon 34·5 t auf die elektrische Ausrüstung. Beim Anfahren wird eine Zugkraft von 20 t entwickelt, die Höchstgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. (AEG-Mitteilungen, 14, Heft 1, 1918.)

Digitized by Google

Güterzuglokomotive für Schmalspurbahnen. Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. hat für die Berninabahn Lokomotiven geliefert, die auf der maximalen Steigung von 70‰ der Strecke St. Moritz—Tirano Züge von 100 t mit 18 *km/h* zu befördern imstande sind. Die Bahn hat Meterspur und kleinste Krümmungsradien von 40 m. Die mit Gleichstrom von 750 V betriebenen Lokomotiven erhielten zwei dreiachsige Drehgestelle, jedes von zwei hoch gelegenen Motoren angetrieben. Jeder Motor arbeitet über eine Übersetzung (910/220) auf eine Vorgelegewelle, die beidseitig Zahnradscheiben trägt, mit diesen sind durch Federn die Zahnradkränze (Doppelpfeilzahnräder) verbunden; Kuppelstangendreiecke mit Schlitzkurbeln übertragen die Leistung von der Vorgelegewelle auf das mittlere Triebrad des Drehgestelles, mit dem die beiden äußeren durch kurze Stangen verbunden sind (Abb. 3). Vorne trägt jedes

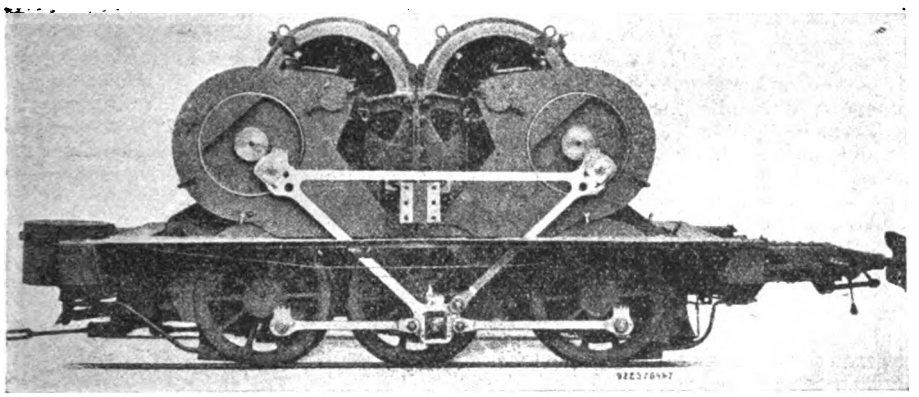


Abb. 3.

Vergleich ausgeführter elektrischer Schmalspurlokomotiven.

Bahnlinie	Spurweite m	Bauart	Gewichte: Mechanischer Teil t	Gewichte: Elektrischer Teil t	Gewichte: Total t	Leistung PS Stundenleistung	Leistung pro 1 t Lokomotivgewicht	Maximale Fahrgeschwindigkeiten km/h
Maizières-St. Marie „Moselhütte"	1·00	4 Gleichstrommotoren mit Zahnradübersetzung 1:7·17	—	—	55	640	11·6	30
St. Pölten-Mariazell, Niederösterreichische Landesbahn	0·760	6achsige Lokomotive (C-C) mit 2 Drehgestellen, 2 Einphasenmotor m. Zahnradübersetzung	22·1	22·5	47·6	600	12·6	50
Locarno-Ponte Brolla (Valle Maggia-Bahn)	1·00	2achsige Einphasenlokomotive mit Zahnradübersetzung	11·5	9·3	20·8	250	12	40
Rhätische Bahn	1·00	*a*) 1-B-1 Lokomotive, 1 Einphasenmot. direkt antreibend	17	16	33	300	9·1	50
		b) 1-D-1 Lokomotive, 2 Einphasenmot. direkt antreibend	26·5	28·5	55	600	14·1	50
		c) 1-D-1 Lokomotive, 2 Einphasenmotoren mit Zahnradübersetzung	26	30·5	56·5	800	14·1	50
Roma-Civita-Castellana	1·00	2 Drehgestelle, 4 Einphasen-Achsmotoren mit Zahnradübersetzung	—	—	20	160	8·0	50
Berninabahn		2 Drehgestelle dreiachsig, 4 Gleichstrommotoren mit Zahnradübersetzung	25·6	17·0	42·6	800	18·7	50

Drehgestell die Zug- und Stoßvorrichtung und einen Schneeräumer, hinten den Bremszylinder und einen Schienenbremswagen. Zwischen den zwei Motoren, unmittelbar über der mittleren Achse, liegt der Drehzapfen, auf den sich der Lokomotivkasten abstützt, ein zweiter Abstützpunkt ist zwischen Kasten und Drehgestell vorgesehen. Die beiden Drehgestelle sind durch den Bodenrahmen des Kastens gekuppelt, dessen mittlerer Teil als Güterraum ausgebildet ist, während vorne und rückwärts ein Maschinenraum und an den Enden je ein Führerabteil vorgesehen ist.

Zwei Pantographstromabnehmer mit zwei Wippen*) und zwei Schleifstücken führen Strom bis zu 1000 A über einen Hörnerblitzschutz, eine Drosselspule, den Hauptschalter, den Kontroller und die Widerstände zu den Motoren. Die 6poligen Motoren mit Hauptstromwicklung haben 620 PS Dauerleistung und 800 PS Stundenleistung abzugeben. Der Kontroller kann drei Hauptstellungen herbeiführen, zwei parallele Motorgruppen in Serie, alle vier Motoren parallel und die Bremsschaltung ebenfalls mit parallel gelegten Motoren; dazwischen sind Übergangsstufen, durch Widerstände erzielt. Wird ein Motor defekt, so kann mittels eines Gruppenschalters die Schaltung der drei anderen entsprechend eingestellt werden. Anfahr- und Bremswiderstände aus Rheotanbändern sind doppelt isoliert in einen Blechkasten eingebaut, so daß durch zwischengestellte Eternitplatten Luftschächte um die einzelnen Widerstandsrahmen zur Führung der Kühlluft gebildet werden, die von zwei auf den Wellenenden eines 5 PS-Motors fliegend aufgekeilten Luftturbinen geliefert wird; die erwärmte Luft tritt durch einen Kamin ins Freie. Ein Schleifring auf der mittleren Achse leitet den Motorstrom mit Umgehung von Drehzapfen und Lagern direkt den Radbandagen zu. Die maximale Geschwindigkeit beträgt 50 km/h. Um bei kleinen Drehmomenten höhere Geschwindigkeiten zu erzielen sind zwei Feldanzapfungen vorgesehen; die Feldschwächung erfolgt durch einen besonderen, vom Führerstand aus bedienten pneumatischen Schalter. Zur Bremsung dient nebst der Vakuumbremse die Schienenbremse und die Widerstandsbremsung. Dabei sind die für sich abgefederten acht Schienenbremsklötze auf einem kleinen zweiachsigen Fahrzeug (Raddurchmesser 280 mm) untergebracht, das zwischen den Drehgestellen läuft, und das mit den Drehgestellen elastisch gekuppelt ist, zum Zwecke der Stoßdämpfung beim plötzlichen Einsetzen der Bremse. Die vertikale Anzugskraft der Schienenbremse beträgt 20 800 kg. Bei Talfahrt arbeiten die vier parallel geschalteten Motoren auf den Anfahr- und Bremswiderstand. Sandstreuer, Stromabnehmer, Signalpfeife und verschiedene Schalter werden mit Druckluft betätigt, die ein rasch laufender Motorkompressor*) mit automatischem Druckregler zwischen 4·5 und 6 kg/cm² liefert. Die Lokomotive wiegt 42·6 t, d. g. 18·7 PS Stundenleistung pro t Lokomotivgewicht, mehr als bei jeder anderen bekannten Schmalspurbahn. Mit 55 t Anhängegewicht fährt die Lokomotive leicht in der steilsten Rampe an. Die nebenstehende Tabelle zeigt den Vergleich mit anderen elektrischen Schmalspurlokomotiven.

(BBC-Mitteilg. IV, Hefte 8,9, 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1916, Anhang S. 289.

Elektrische Apparate.

Gleichrichter für hochgespannten Wechselstrom. Bekanntlich hat eine aus Spitze und Platte bestehende Funkenstrecke die Eigenschaft, die Entladung in einer Richtung zu begünstigen. Da aber gewöhnlich ein Lichtbogen einsetzt, so hört die Gleichrichterwirkung auf. E. R. Wolcott und C. T. Erickson unterdrücken den Lichtbogen durch einen Strom von Druckluft. Einer kreisförmigen Platte von 102 mm Durchmesser wird in 17·6 mm Abstand das zugespitzte Ende eines Stabes aus Eisen oder Messing von 1·57 mm Dicke gegenübergestellt. Die Stabelektrode liegt in der Achse eines Druckluftbehälters, aus dessen Öffnung von 4 mm lichter Weite ein 10 cm langes Stück der Elektrode herausragt. Aus dem Behälter strömt die Luft durch die Düse längs des Stabes gegen die Platte. Oszillographische Aufnahmen an einer Einrichtung von 40 kV bei 60 Per/s zeigen die gleichrichtende Wirkung dieser Anordnung; der Mittelwert des wellenförmigen Gleichstromes war 0·104 A. Die Gleichrichterwirkung der rein weißen Funkenentladung hängt von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft ab.

(E. T. Z. 38, Heft 47, nach El. World.)

Elektrische Ofen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrochemische und elektrometallurgische Industrie in der Schweiz. Einige in der „Schweiz. Bauz." aus der Statistik vom Jahre 1916 enthaltene Zahlen zeigen den gegenwärtigen hochentwickelten Stand der elektrochemischen und elektrometallurgischen Industrie in der Schweiz, der gegen die vergangenen Jahre starke Zunahmen aufweist.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Anhang S. 109.

Digitized by Google

	Anlagen	Produktion t pro Jahr	Ausfuhr t	
Kalzium-Karbid . .	—	65 000—70 000	58 000	(46 200 t nach Deutschland)
Kalkstickstoff . . .	—	20 000—25 000	—	
Karborundum . . .	—	1500	—	
Aluminium	—	—	11 400	
Ferro-Silicium . .	Visp, Bodio	14 000 t (1915)	20000	
Ferro Chrom . .	—	300—400	—	
Ferro-Wolfram . .	—			
Gußeisen*)	Bex	30 (täglich)	—	(Neugründung)
Stahl*)	Giubiasco	—	—	„
Salpetersäure . . .	Chippis, Bodio	2800		
Ätznatron	Monthey			
Kupfersulfat . . .	Bex	250—300		
Wasserstoffsuperoxyd	Aarau	—	—	„

*) Herstellung im elektrischen Ofen.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Untersuchungen über die Lichtenbergschen Figuren und über die Strahlung des Kondensators hat S. Mikola unternommen und dabei neuartige Figuren beobachtet. Er teilt diese in zwei Hauptgruppen ein, deren erste aus Radialstreifen besteht, während die zweite aus konzentrischen Kreisen bezw. äquidistanten Linien gebildet wird. Sie werden als primäre und sekundäre Strahlungsfiguren bezeichnet. Solange bei den primären Figuren die Elektrodenspannung einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet, gehen alle Radialstreifen von der Randlinie der Elektroden aus; es ergeben sich die regulären primären Strahlungsfiguren. Wird die Grenzspannung überschritten, so zeigt sich das Entstehen neuer Zentren, aus welchen fächerförmige Radialstreifen austraten. Je kleiner die Elektrodenentfernung und je größer die Luftfeuchtigkeit ist, desto niedriger ist die Grenzspannung; hingegen vermehrt die Luftfeuchtigkeit die Zahl der neuen Zentren. Die sekundären Strahlungsfiguren (konzentrische Kreise) werden erhalten mit zwei verschieden großen Elektroden, zwischen denen sich die empfindliche Schicht befindet. Besondere Versuche mit langsamer Aufladung des ganzen Systemes haben gezeigt, daß bei konstantem Spannungsabfall keine Strahlungsfiguren entstehen. Es ist also anzunehmen, daß der disroptive Charakter der Entladung eine notwendige Vorbedingung für das Entstehen der Figuren bildet. Zur Erklärung des Zustandekommens der Figuren zieht Mikola die Hypothese einer korpuskularen Strahlung des Kondensators heran: Bei disruptiver Änderung der Ladung, entstehen neben dem Rande der Kondensatorplatten (Elektroden) positive oder negative Teilchen von großer Geschwindigkeit, wobei die Impulsenergie als Äquivalent für das Verschwinden des magnetischen Feldes anzusehen ist. Die Radialstreifen der Figuren sind die Spuren der auf die empfindliche Schicht wirkenden Ionisationsbahnen der sich schnell bewegenden, Ionen auslösenden Teilchen. Die neuen Zentren können ihre Erklärung durch die Annahme finden, daß bei manchen geladenen Teilchen durch den Impuls die Stabilität verloren geht und sie auf ihrem Fluge explodieren. Für die sekundären Figuren kann Mikola keine an bekannte Erscheinungen anknüpfende Theorie aufstellen; er greift daher zu einer quantenhaften, in Zeitintervallen erfolgenden Emission elektromagnetischer Impulse der von der kleineren Elektrode ausgehenden längs der größeren fliegenden Ionen, woraus sich die konzentrische Anordnung der Figuren ergibt. (Phys. Zeitschr. 18, 158, 1917).

Strahlungslehre.

Sekundärstrahlen und Härtegrad. T. Christen. Bei der Durchdringung von Röntgenstrahlen durch einen Körper entstehen drei Arten von Sekundärstrahlen, die sekundäre Betastrahlung, die Fluoreszenzstrahlung und die Streustrahlung, von denen die erste aus einem Elektronenstrom, die beiden letzten aus transversalen Ätherschwingungen von der Natur der Röntgenstrahlen bestehen. Die von Christen früher durchgeführte Ableitung für den Begriff der Halbwertschicht war unter der Voraussetzung gemacht worden, daß die Sekundärstrahlung gering und daher zu vernachlässigen sei. Nachdem man in der letzten Zeit zu extrem harten Röntgenstrahlen übergegangen ist, darf diese Vernachlässigung nicht gemacht werden. Man muß in Zukunft zwischen drei verschiedenen Arten von Halbwertschichten unterscheiden: erstens der Halbwertschicht der reinen Absorption, so wie sie bisher definiert war, zweitens der hypotetischen Halbwertschicht reiner Streuung und drittens der aus beiden kombinierten Halbwertschicht, wie sie in der Praxis immer zu berücksichtigen ist. Der Verfasser gibt eine ausführliche mathematische Ableitung für diese Größen und zeigt, daß mit den gebräuchlichen Strahlenmeßmethoden nur die kombinierte Halbwertschicht meßbar ist. Es wird ferner gezeigt, welchen Einfluß die Streustrahlen auf die Dosis haben und wie infolgedessen auch die Größe und die Form des mit Röntgenstrahlen durchstrahlten Volumens von Einfluß auf die Wirkung der Röntgenstrahlen ist. Die Einzelheiten dieser Überlegung werden in der grundlegenden Arbeit in mathematischer Entwicklung ausführlich dargelegt.

(Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 25, 1917.) *L.*

Ganzjährige Beobachtungen der durchdringenden Strahlung auf dem Obir (2044 m). V. E. Hess und M. Kofler, Wien. Die in der Atmosphäre vorhandene durchdringende Gammastrahlung setzt sich bekanntlich im wesentlichen aus drei Komponenten zusammen: 1. aus der Strahlung der radioaktiven Substanzen im Erdboden und an der Erdoberfläche; 2. aus der Strahlung der radioaktiven Zerfallsprodukte in der Atmosphäre und 3. aus der von oben kommenden durchdringenden Strahlung. Die Verfasser beschreiben eine große Zahl von Versuchsreihen, die auf dem Obir in 2044 m Höhe gemacht worden sind und bei denen die von oben kommende Strahlung prozentual mehr überwiegt, als bei den im Tiefland früher gemachten Versuchsreihen. Die Ergebnisse der Versuche und Rechnungen sind diese: Es ist eine deutliche jährliche Periode vorhanden mit einem Minimum im März und April und einem Maximum im Juli bis August. Im Winter besteht keine regelmäßige tägliche Änderung der Strahlung. Im Sommer ist ein schwacher Anstieg um 9 h und 16 h vorhanden. Die Strahlung zeigt keine Abhängigkeit vom Lichtdruck, Feuchtigkeit, Bewölkungsgrad und Windstärke. Dagegen eine große Abhängigkeit von Niederschlägen in dem Sinne, daß nach Niederschlägen eine deutliche Zunahme der Strahlung auftritt. Als wichtigste Ergebnisse der Zusammenstellungen sind zu nennen: Zur Änderung der Stahlung trägt nur der Anteil bei, der von den in der Luft vorhandenen radioaktiven Substanzen herrührt. Die von oben kommende Strahlung scheint konstant zu sein und da sie sich nicht vom Tag zur Nacht und vom Winter zum Sommer ändert, so kann die von einzelnen Autoren vertretene Hypothese, daß die Strahlung von der Sonne herrühre, nicht richtig sein. (Phys. Zeitschr. Bd. 18, 1917.) *L.*

Berichtigung.

Bestimmungen über die Beschaffenheit und Abnahme von Wolfram-Glühlampen. Heft 2, Seite 19, Jahrgang 1918.

Aus der Tabelle auf Seite 19 sind einige falsche Zahlen nachstehend richtiggestellt.

Typenbezeichnung	Lichtstärke HK_0 Lampen mit Gasfüllung 100 bis 130 V	200 bis 230 V
300 W	450	400
500 W	800	750

Personalnachricht.

Herrn Dr. Ing. Egon **Seefehlner,** stellvertretender Direktor und Vorstandsmitglied der AEG-Union Elektrizitätsgesellschaft wurde der Titel eines k. k. Baurates verliehen.

Vereins-Nachrichten.

Einladung zur XXXVI. ordentlichen Generalversammlung.

Wir laden hiemit die Vereinsmitglieder zur Teilnahme an der **Donnerstag,** den 28. März d. J., **halb 7 Uhr abends,** im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 11, stattfindenden XXXVI. ordentlichen Generalversammlung ein.

Tagesordnung:

1. Bericht über die Vereinstätigkeit im Vereinsjahr 1917/18.
2. Bericht über den Gebarungsausweis und die Bilanz pro 1917. (Vgl. Heft 10, Seite 124.)
3. Bericht der Revisoren.
4. Beschlußfassung über den Rechnungsabschluß.
5. Wahl eines Vizepräsidenten.
6. Wahl von 8 Ausschußmitgliedern.
7. Wahl der Rechnungsrevisoren und Ersatzmänner.
8. Eventuelle Anträge (§ 8 der Statuten.)

Im Anschluß an die Generalversammlung findet die Fortsetzung der Diskussion über den Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft statt.

Die Vereinsleitung.

Vorträge.

Mittwoch den 3. April 1918, **halb 7 Uhr abends** im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 9, Vortrag des Herrn Dr. Gustav Grossmann über „Strahlung, Elektrizität und Materie". (Mit Lichtbildern.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
31. März 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 13.
36. Jahrgang.

INHALT:

Das Wachsen der Maschinenleistung. Von Dr. techn. Ing. Milan Vidmar 149

Ein mechanischer Rechenbehelf für Koordinatentransformation. Von Dr. Oskar Srnka 155
Rundschau 157
Chronik 159

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 160
Personalnachricht 160
Vereins-Nachrichten 160

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Das Wachsen der Maschinenleistung.

Von Dr. techn. Ing. Milan Vidmar, Wien.

Das Bestreben, in einer Maschine eine möglichst hohe Leistung zu vereinigen, hat der Elektromaschinenbau mit dem übrigen Maschinenbau gemeinsam. In einer verhältnismäßig kurzen Zeit hat der aufblühende Elektromaschinenbau die Leistung seiner Motoren und Stromerzeuger auf mehrere Tausend Kilowatt hinaufgetrieben. Turbogeneratoren von 50 000 kW Leistung und Großtransformatoren von fast ebensoviel sind bereits mit Erfolg gebaut worden. Die weitere Entwicklung wird sicherlich nicht auf sich warten lassen.

Das Wachsen der Leistung wirft ein Problem auf, das bisher wenig beachtet wurde. Eine ganz natürliche Frage ist es zweifellos, nach welchen Gesetzen die Maschine wächst. Es ist außerordentlich wichtig, zu wissen, warum die Größe der elektrischen Maschine zunimmt, warum Kilowatt auf Kilowatt gehäuft wird, warum die beschwerlichen Arbeiten an schweren Stücken in den Kauf genommen werden, nur um eine ganz große Maschine fertig zu bringen. Es wäre nicht undenkbar, daß wir über unsere Verhältnisse konstruieren, daß wir mit dem Großmaschinenbau zu weit gehen, denn wir wachsen nicht mit, obwohl die Aufgaben, die wir uns stellen, größer und größer werden.

Wenn man an Wachstumsgesetze des Elektromaschinenbaues denkt, so kann man sich nur zu leicht die Illusion machen, daß die konstruktive Tätigkeit sehr vereinfacht werden kann. In der Tat liegt die Annahme sehr nahe, daß aus einer gegebenen Maschine mit Hilfe von Wachstumsgesetzen eine beliebig größere Maschine abgeleitet werden kann. Das Problem der wachsenden Maschine bekommt, von diesem Gesichtspunkt aus, eine ganz außerordentliche praktische Bedeutung und die Entwicklung der Wachstumsgesetze erscheint als eine zwingende Notwendigkeit für die moderne Konstruktionslehre.

Es ist selbstverständlich in Wirklichkeit nicht zu erwarten, daß die konstruktiven Schwierigkeiten, die sich beim Hinauftreiben der Leistung der Maschine ergeben, durch einfache Entwicklungsgesetze beseitigt werden können. Wohl aber kann man von der Lösung des Problems der wachsenden Maschine erwarten, daß sie uns zeigt, warum nicht durch einfache Maßstabsänderungen die Größe geändert werden kann und warum wir eigentlich der großen Maschine zustreben.

Aus der Konstruktionslehre ist eine Größe bekannt, die eigentlich bereits eine Lösung des Wachstumsproblems darstellt. Es ist dies die sogenannte Leistungskonstante*) der elektrischen Maschine. Es ist allgemein üblich, das Produkt aus dem Quadrat des Läuferdurchmessers und der Länge des Eisenkörpers einer Maschine bei gleichbleibender Umdrehungszahl der Leistung proportional zu setzen. Der Proportionalitätsfaktor ist die erwähnte Leistungskonstante und von ihr pflegt man beim Entwurf ganz allgemein auszugehen.

Wäre die Leistungskonstante wirklich eine Konstante, hätte sie also für das ganze Gebiet der Leistungsskala einen festen Wert, so wäre allerdings das Problem der wachsenden Maschine sofort erledigt. Es wäre nämlich nicht einzusehen, warum wir überhaupt unsere großen Maschinen bauen, wenn das oben bezeichnete Produkt der Leistung proportional bleibt. Es entspricht nämlich, wie leicht einzusehen ist, einem Volumen und ist zweifellos dem Gewicht der Maschine proportional. Wenn aber das Gewicht der Leistung proportional bleibt, so ist ein eigentlicher wirtschaftlicher Erfolg nicht zu erwarten.

Der überwiegende Großteil der Herstellungskosten fällt in der elektrischen Maschine auf das Material, auf das teuere Blech und auf das Kupfer, endlich auch auf das Isolationsmaterial. Wenn keine Materialersparnisse in Aussicht stehen, verliert der Bau großer Einheiten den Hauptreiz, denn die Verkleinerung der Bearbeitungskosten kann nicht viel ausmachen, außerdem wird es durch die höheren Regiekosten zum großen Teil wieder aufgehoben, weil die schweren Werkzeugmaschinen selbstverständlich die Arbeit verteuern.

Daß die Leistungskonstante keine eigentliche Konstante ist, ist allerdings bekannt. Es ist üblich, Erfahrungsdiagrammen für verschiedene Leistungen die zugehörigen Leistungskonstanten abzulesen. Es ist auch bekannt, daß die Leistungskonstante bei gleichbleibender Umdrehungszahl und bei wachsender Leistung abnimmt. Der Großmaschinenbau hat doch eine tiefere Daseinsberechtigung und die Leistungskonstante gestattet keinen verläßlichen Einblick in die Geheimnisse des Wachsens der Maschine.

Bei der Entwicklung der Wachstumsgesetze für den Elektromaschinenbau muß man von verschiedenen Voraussetzungen ausgehen, die nicht vernachlässigt werden dürfen, wenn ein brauchbares Resultat zustandekommen soll. Man kann nicht ohneweiters die verschiedensten Bauarten in den Rahmen eines Gesetzes zusammenpressen. Man kann nicht aus einer Maschine einer gegebenen Bauart eine größere Maschine einer anderen Bauart ableiten, selbst wenn man die Entwicklungsgesetze sehr genau kennt.

Die verschiedenen Maschinen lassen sich in Typenreihen, die verschiedenen Bauarten angehören, zusammenfassen. Der Begriff einer Typenreihe ist allerdings in der Praxis des Elektromaschinenbaues nicht sehr fest umschrieben. Man kann ihn nicht von vorneherein festlegen und dann daraus die Wachstumsgesetze ableiten, es erscheint vielmehr am Platze, die Typenreihe erst im Einklange mit der Lösung des Problemes der wachsenden Maschine zu definieren. Allerdings liegt es auf der Hand, daß man als Elemente einer Typenreihe immer nur Maschinen betrachten wird, die möglichst nach gleichen Gesichtspunkten konstruiert sind. Man wird durch die ganze Reihe hindurch ein Kühlprinzip, ein Isolationsprinzip, ein Auf-

*) E. u. M. 1917, Seite 627; 1918, Heft 5, Seite 57.

Digitized by Google

bauprinzip ausgeprägt sehen wollen. Die Einzelheiten, die deswegen sehr wichtig werden können, müssen sich in den Begriff der Typenreihe einfügen, so wie es die natürlichen Wachstumsgesetze verlangen, damit die Entwicklung des Elektromaschinenbaues nicht auf Ecken und Kanten stößt, die bei planmäßiger Arbeit vermieden werden können.

Als feststehend kann man mit großer Berechtigung die elektromagnetischen Beanspruchungen betrachten. Sind in einer Bauart die Abkühlungsverhältnisse bekannt, so liegt die Stromdichte in den Kupferleitern ziemlich fest. Die Feldstärke im Luftspalt oder im Eisenkern des Transformators ist auch eine Größe, die man innerhalb einer Typenreihe festhalten wird wollen. Es ist aus diesem Grunde ganz natürlich, wenn beim Aufbau der Theorie der Typenreihe die Belastungen des arbeitenden Materiales als gegeben angesehen werden und wenn angenommen wird, daß die wachsende Maschine die Dichte der beiden Energieströme, die ihre Leistung bestimmen, festhalten kann und muß.

Der hier aufgestellte Hauptkonstruktionsgrundsatz kann übrigens auch im übrigen Maschinenbau, obwohl in veränderter Form beobachtet werden. Durchwegs hält man bei den verschieden großen Maschinen die mechanischen Beanspruchungen der Baustoffe auf gleicher Höhe. Ebenso natürlich es ist, bei einer gewöhnlichen mechanischen Maschine die mechanischen Spannungen in den arbeitenden Teilen immer gleichhoch zu halten, ebenso natürlich ist es, im Elektromaschinenbau die Strom- und die Kraftliniendichte unverändert zu lassen, wenn man von kleinen Leistungen zu großen aufsteigt. Zwar gibt es keine elektrische Festigkeitsgrenze wie es eine mechanische gibt. Dafür treten aber andere Faktoren auf, die der Beanspruchung des Kupfers und des Eisens ein Ziel setzen, vor allem die Erwärmungsfrage und die Leerlaufstromfrage.

Leicht ist es, mit Hilfe der einfachen Voraussetzung die die elektromagnetischen Beanspruchungen festlegt, das Hauptgesetz der wachsenden Maschine zu entwickeln. Die Spannung der Maschine ist bei einer gegebenen Windungszahl proportional der Feldstärke, der Umfangsgeschwindigkeit des Läufers und dessen Länge. Die Stromstärke ist andererseits proportional dem Querschnitt des Kupferleiters. Sofort ergibt sich daraus, daß die Leistung der Maschine mit der 4. Potenz der Abmessungen steigt, wenn einfach alle Abmessungen in demselben Verhältnis vergrößert werden. Wenn eine Typenreihe, wie wir vorerst annehmen wollen, einfach eine Reihe von geometrisch ähnlichen Maschinen ist, wenn also jede größere Maschine einfach durch Maßstabänderung entsteht, dann gilt das erste Hauptgesetz: Die Leistung steigt in einer Typenreihe mit der vierten Potenz der Abmessungen. Dieses Gesetz wiederspricht der Erfahrung in keiner Weise. Die Leistungskonstante, die der Elektromaschinenbau kennt, steht neben dem Produkt aus der Läuferlänge und dem Quadrat des Läuferdurchmessers. Das gibt die dritte Potenz der Abmessungen. Wenn außerdem die Konstante bei zunehmender Leistung derart größer wird, daß sie mit den Abmessungen der Maschine gleichen Schritt hält, dann taucht die vierte Potenz auf.

Man sieht schon aus dieser Feststellung, daß es sich um ein Wachstumsgesetz handelt, das der Wahrheit außerordentlich nahe kommt. Die Praxis zeigt die vierte Potenz oft ganz klar, zuweilen mit geringen Abweichungen, es liegt aber die Annahme nahe, daß etwaige Abweichungen unrichtigen Anordnungen ihr Dasein verdanken.

Der Witz des Großmaschinenbaues erscheint an Hand dieses neuen Grundgesetzes in einem ganz anderen, klaren Lichte. Wenn die Leistung mit der vierten Potenz, die Gewichte dagegen, wie es ganz natürlich ist, mit der dritten Potenz der Abmessungen zunehmen, dann ist ein merklicher wirtschaftlicher Erfolg mit der großen Maschine erreichbar. Es ist doch sicher, daß der Kilogrammpreis einer Maschine umso kleiner ist, je größer die Maschine selbst ist. Aber selbst den ungünstigsten Fall angenommen, daß der Kilogrammpreis unverändert bleibt, nimmt der Preis der Maschine doch nur ebenso zu, wie das Gewicht und der Einheitspreis, das heißt, der Preis pro Kilowatt der Leistung muß kleiner werden, je größer die Maschine wird.

Wie groß der Erfolg sein kann, zeigt am besten ein Beispiel. Der Friedenspreis einer 10 kW-Maschine könnte K 1000 betragen. Würde man in derselben Bauart eine Maschine von 10 000 kW konstruieren, so würden die Herstellungskosten nicht tausendmal, sondern:

$$1000^{3/4} = 560 \text{ Mal}$$

größer werden. Der auf die Leistung bezogene Preis wäre beinahe auf den halben Wert gesunken.

Das zweite Wachstumsgesetz der Typenreihe kann man folgendermaßen aufstellen:

Das Gewicht der Maschine nimmt in einer Typenreihe mit der dreivierteln Potenz der Leistung zu.

Das oben aufgestellte erste Gesetz kann man auch umkehren. Es nimmt dann folgende einfache Form an:

Die Abmessungen der Maschine nehmen in einer Typenreihe mit der vierten Wurzel aus der Leistung zu.

Eigentlich ist mit dem einfachen geometrischen Vergrößerungsgesetz das Problem der wachsenden Maschine erledigt. Ebenso wie für das Gewicht könnte man auch für die anderen charakteristischen Größen der Maschine einfache Gesetze aufstellen. Auch der Begriff der Typenreihe ist eigentlich durch die Grundannahme bereits festgelegt. Es ist indessen doch nicht überflüssig, genau nachzusehen, ob die einfach vergrößerte Maschine wirklich lebensfähig ist und ob die einfachen Wachstumsgesetze tatsächlich vollkommen einwandfrei sind.

Auf eine Schwierigkeit stößt man sofort, wenn man das einfache geometrische Vergrößerungsprinzip anwendet. Bei gleichbleibender Windungszahl nimmt natürlich die Spannung der Maschine mit dem Quadrat der Abmessungen zu, weil sowohl die Schnittgeschwindigkeit für den Leiter im magnetischen Feld, als auch die Länge des Leiters zunimmt. Die Stärke der isolierenden Schichten, also der Drahtisolation, der Nutenisolation und der Spulenkopfisolation nimmt indessen nur mit der einfachen Potenz der Maschinenabmessungen zu. Daraus ergibt sich mit zwingender Notwendigkeit das Versagen der großen Maschine gegenüber der Spannungsgefahr und die Notwendigkeit, das Aufbaugesetz entsprechend umzuändern.

Die erste Schwierigkeit, die sich bei der Vergrößerung der Leistung zeigt, kann indessen ziemlich leicht überwunden werden, ohne Änderung des Aufbauprinzipes und ohne Änderung der Grundvoraussetzung, die die elektromagnetischen Beanspruchungen festgelegt hat. Man hat es nämlich nur notwendig, mit dem Vergrößern nicht in alle Einzelheiten einzudrängen. Nichts spricht dafür, daß die Windungszahl beibehalten werden muß. Es liegt vielmehr auf der Hand, den Wicklungskörper als ein Ganzes zu betrachten, die Summe aller Kupferleiterquerschnitte als den Stromquerschnitt zu nehmen und ihn dem Eisenquerschnitt entgegenzustellen. Wie man ihn unterteilt, wieviel Windungen man anordnet, ist offenbar für die Größe der Maschine gleichgiltig. Die Vergrößerungsgesetze können sich um die innere Schaltung nicht kümmern, sie

Digitized by Google

können nur die Hauptabmessungen festlegen. Die Bestimmung des Begriffes der Typenreihe muß sich indessen den Notwendigkeiten anpassen und gerade das Zunehmen der Spannung mit der Leistung muß unter die Kennzeichnungen einer Typenreihe aufgenommen werden.

Es ist ganz klar, wie die Spannung mit der Leistung zunehmen muß. Geradeso wie die Abmessungen der Maschine. Nur in diesem Falle halten sich die Beanspruchungen und die Festigkeit der Baustoffe das Gleichgewicht, die Maschine bleibt lebensfähig. Es ergibt sich also sofort folgendes Wachstumsgesetz:

Die Spannung nimmt in einer Typenreihe mit der vierten Wurzel aus der Leistung zu.

Eine Folgerung dieses einfachen Gesetzes ist das folgende:

Die Anzahl der hintereinandergeschalteten Windungen nimmt in einer Typenreihe proportional der vierten Wurzel aus der Leistung ab.

Das hier gefundene Resultat wirkt im ersten Augenblick etwas befremdend, weil es bei der Zerlegung der elektrischen Leistung in Strom und Spannung, die beiden Faktoren ungleichmäßig behandelt. Offenbar muß der Strom in einer Typenreihe mit der dritten Potenz der Maschinenabmessungen wachsen, wenn die Spannung nur mit der einfachen Potenz zunimmt.

Strom und Spannung sind indessen nicht zwei gleichwertige Größen. Eher könnte man noch Strom und Kraftfluß nebeneinanderstellen; das richtige Gegenstück zum Kraftfluß ist indessen die Durchflutung der Wicklung, also die Summe der Leiterströme. Es ist auch bezeichnend, daß die Spannung konstruktiv ganz anders eingreift als der Strom. Sie schreibt direkt die Abmessungen vor, während der Strom nur auf dem Umwege über die Stromkraft, die beim Kurzschluß auftritt, Einfluß nehmen kann.

Die Abnahme der Windungszahl in der Typenreihe führt rasch zu großen Kupferquerschnitten und dadurch zu leichter Ausnützung des verfügbaren Wickelraumes. Die Drahtumspinnung stört bei wachsender Spannung immer weniger. Das Spannungsgesetz der Typenreihe erscheint auf diese Art sehr natürlich und der einfache geometrische Aufbau der Maschinen einer Reihe bekommt eine neue Stütze.

Es ist nicht überflüssig nachzusehen, wie sich das Spannungsgesetz mit der Erfahrung deckt. Kleine Transformatoren von etwa 10 kVA Leistung können ganz gut für 10 000 V gebaut werden. Steigt die Leistung von 10 kVA auf 10 000 kVA, so darf die Spannung von 10 000 V auf:

$$\sqrt[4]{\frac{10\,000}{10}} \times 10\,000 = 56\,000 \text{ V}$$

steigen. Dieses Resultat entspricht sehr gut den Ergebnissen der Praxis. Auch von dieser Seite aus, bekommt die Theorie eine wertvolle Stütze.

Das Spannungsproblem der wachsenden Maschine rollt eine ganze Menge von Fragen auf, die nicht übergangen werden können. Nicht nur die Anzahl der hintereinander geschalteten Windungen ist eine wichtige konstruktive Größe, die Unterteilung des Kupfers muß überhaupt sorgfältig behandelt werden. Die innere Schaltung der Maschine, also die Zerlegung des eigentlich notwendigen Leiterquerschnittes in mehrere Teile, wodurch Parallelschaltungen entstehen, ist vom Standpunkte des Problemes der wachsenden Maschine verhältnismäßig unwichtig. Der vorgezeichnete Rahmen, in den der Gesamtkupferquerschnitt gebracht werden muß, kann immer eingehalten werden. Außerordentlich wichtig dagegen ist die körperliche Unterteilung der Wicklung in Spulen und das Zerlegen des Wicklungsquerschnittes in Nuten.

Das erste Grundgesetz der Typenreihe, nach dem die aufeinander folgenden Maschinen geometrisch ähnliche Körper sind, gibt die Nutenzahl der Maschine, bezw. die Spulenzahl des Transformators vollkommen frei. Festgesetzt ist lediglich der Gesamtquerschnitt der Nuten, bezw. der Gesamtquerschnitt der Spulen. Die Einteilung muß aber selbstverständlich so vorgenommen werden, daß die vergrößerte Maschine lebensfähig bleibt.

Es gehört zum Problem der wachsenden Maschine, nachzusehen, was eigentlich bei der Zerlegung des Wicklungskörpers beachtet werden muß. Es sind die Streuungserscheinungen, die hier hauptsächlich eingreifen. Je größer die Durchflutung einer Nut ist, umso stärker ist natürlich der Streufluß, der sie umschließt und aus diesem Grunde auch die Streuspannung der Wicklung. Dasselbe gilt auch von der einzelnen Spule des Transformators.

Will man die Streuspannung nicht zu groß werden lassen, so muß man die Nutenzahl mit der Größe der Maschine wachsen lassen. Aber diese Maßregel genügt nicht vollständig, obwohl sie gut ist. Die Nutentiefe muß man zunehmen lassen, wenn man das oben aufgestellte Aufbauprinzip gelten lassen will. Wenn man dann aber die Nutenbreite einschränkt, erreicht man doch kein volles Resultat. Es ist natürlich unmöglich, die Nutenbreite mit wachsender Leistung abnehmen zu lassen. Wenn man sie konstant hält, läßt man die Leitfähigkeit, wie leicht ersichtlich, ebenso zunehmen wie die Maschinenabmessungen. Der induktive Widerstand des in der Nut liegenden Leiters wird dann mit dem Quadrat der Abmessungen größer, während der Nutenstrom mit der einfachen Potenz zunimmt. Liegt in der Nut nur ein Leiter, so nimmt sein induktiver Abfall mit der dritten Potenz der Maschinenabmessungen zu, seine Spannung dagegen nur mit dem Quadrat. So ergibt sich der mit der Leistung wachsende, bezogene induktive Abfall.

Die wachsende Streuspannung ist eine bekannte Schwierigkeit der großen Maschine. Lange Zeit vermied man es, die Nutentiefe über ein gewisses Maß hinaus zu vergrößern, um nicht einen zu großen, induktiven Abfall zu bekommen. Natürlich mußte man dabei die Zunahme der Leistung mit der vierten Potenz der Abmessungen opfern. Die gewaltigen Stromkräfte, die bei plötzlichen Kurzschlüssen auftreten und die Maschine gefährden, lassen indessen die große Streuspannung als eine Notwendigkeit erscheinen, weil sie den Kurzschlußstrom begrenzt. Die Nutentiefe kann aus diesem Grunde das Vergrößerungsgesetz der Typenreihe unbedenklich befolgen.

Bei der Festlegung der Nutenzahl muß man noch an andere Eigenschaften der Maschine denken, wenn man nicht vor unüberwindliche Schwierigkeiten gestellt werden will. Die Spannungsfrage, die durch die Begrenzung der Maschinenspannung nach außen geordnet wurde, tritt in der Nut selbst wieder auf, und zwar ist es diesmal die Spannung zwischen Windung und Windung, die unangenehm werden kann. Bei großen Maschinen läßt sich die Anzahl der Windungen, die zwei nebeneinander liegende Leiter trennt, nicht mehr verkleinern, sobald sie eine gewisse untere Grenze erreicht hat. Dann wächst die Spannung zwischen zwei Leitern ebenso wie die Windungsspannung, somit mit dem Quadrat der Abmessungen. Es ist klar, daß die Drahtisolation in diesem Falle immer schwieriger und schwieriger und daß das Spannungsproblem mit wachsender Leistung immer unangenehmer wird.

Digitized by Google

Die hier beschriebene Schwierigkeit ist zweifellos nicht zu unterschätzen. Das Isolationsmaterial beansprucht Raum. Aber der wachsende Strom bringt immer größere Drahtquerschnitte, die eine bessere Raumausnützung ermöglichen. So wird auch dieses Hindernis überwunden und die einfache Typenreihe bleibt.

Solange mehrere Leiter in der Nut nebeneinander liegen, ist die Vergrößerung der Nutenzahl allerdings ein ganz gutes Mittel, wenn es sich um die Bewältigung der inneren Spannungsfrage handelt. In solchen Wicklungen ist diese Abhilfe notwendig. Man wird es sofort einsehen, wenn man an das ungünstige elektrische Feld denkt, das sich zwischen zwei dünnen Drähten bildet.

Die ernstesten Schwierigkeiten, die man mit der Nutenzahl bewältigen muß, sind die Erwärmungsschwierigkeiten. Bei großen Maschinen muß fast die ganze Nutenwärme durch die Nutenwände austreten, um durch den Eisenkörper hindurch bis zur kühlenden Luft vorzudringen. Nun wachsen die Stromwärmeverluste ebenso, wie das Gewicht des Kupfers, also mit der dritten Potenz der Maschinenabmessungen. Die Oberfläche der Spulen, oder was dasselbe ist, die innere Oberfläche der Nuten nimmt dagegen nur mit dem Quadrat der Abmessungen zu, solange die Nutenzahl unverändert bleibt. Man sieht es klar, daß die Nutenzahl mit der Leistung zunehmen muß. Aber schneller als die Abmessungen der Maschine kann sie nicht wachsen. Die Nutenoberfläche kommt somit auf keinen Fall durch. Die Erwärmungsfrage ist offenbar eine außerordentlich ernste Angelegenheit.

Denkt man daran, daß mit der Leistung auch die Stärke der Nutenisolation wächst, so wird man leicht einsehen, daß mit einfachen Wachstumsgesetzen die große Maschine nicht aufgebaut werden kann. Aber dieser Tatsache brauchen wir hier nicht weiter nachzugehen. Wichtiger ist die Frage, ob unter dem Druck der Erwärmungsfrage die einfache Typenreihe, wie wir sie oben aufgebaut haben, zusammenstürzt oder nicht. Man kann diese Frage ruhig verneinen. Die Schwierigkeiten nehmen mit der Größe der Maschine allerdings zu, aber auch die Hilfsmittel werden besser. Der Lüftungsflügel des Turbogenerators hat eine ständig wachsende Umfangsgeschwindigkeit. Die Luftgeschwindigkeit nimmt somit ebenfalls zu und die heißen Flächen geben mehr Wärme ab, obwohl das treibende Temperaturgefälle nicht wachsen darf, sondern eher zugunsten der inneren Wärmebewegung abnehmen muß.

Alles, was hier von der Einteilung der Maschinenwicklung gesagt wurde, kann auch von der Wicklung des Transformators wiederholt werden. Die Streuspannung drängt auf Unterteilung des Kupfers, die innere Spannungsfrage kann ebenfalls keine großen Windungsgruppen zulassen und die Erwärmungsfrage verlangt gebieterisch viele Spulen mit wenig Windungen.

Das Wachstumsgesetz der Kupferunterteilung läßt sich nicht zwingend in eine feste Form bringen. Zieht man aber noch die Erfahrung zu Rate, so kommt man doch zu einem einfachen Resultat. Es ist bekannt, daß die Spulen umso weniger Windungen haben, je größer sie sind. Andererseits ist es auch bekannt, daß die Nutenbreite bei der großen Maschine doch langsam größer wird. Das richtige Gesetz könnte man in folgende Form fassen.

Die Nutenzahl nimmt in einer Typenreihe mit der achten Wurzel aus der Leistung zu und in demselben Verhältnis wird auch die Spulenzahl in einem Transformator größer.

Mit der Erledigung der Frage der Kupferunterteilung sind auch die letzten Bedenken gegen das einfache geometrische Aufbauprinzip erledigt, und man kann die sich ergebenden Folgerungen ziehen. Als erstes Wachstumsgesetz muß das Gesetz der Verluste nachgetragen werden. Die Stromwärmeverluste in einem Kupferkörper sind bekanntlich dem Quadrat der Stromdichte und dem Kupfergewicht proportional. Ganz ähnlich verhält es sich mit den Verlusten im Eisen. Nur spielt dort das Quadrat der Liniendichte nicht ganz genau die Rolle des Quadrates der Stromdichte. Außerdem spielt auch noch die Periodenzahl eine Rolle. Man kann indessen für eine Typenreihe in der sich die Periodenzahl nicht ändert, das Gesetz aufstellen:

Die Verluste wachsen in einer Typenreihe mit der dreiviertelten Potenz der Leistung.

Dieses Gesetz wird durch die Erfahrung bestätigt. Es ist bekannt, daß der Wirkungsgrad der großen Maschine besser ist, als der der kleinen. Der Witz des Großmaschinenbaues tritt in einer neuen Form wieder vor uns, nicht nur die Anschaffungskosten sind bei der großen Maschine niedriger, sondern auch die dauernden Kosten, soweit sie durch die Energieverluste verursacht werden.

Wie die prozentuellen Verluste von der Leistung abhängen, ist klar. Das geänderte Verlustgesetz lautet:

Die prozentuellen Verluste sind in einer Typenreihe der vierten Wurzel aus der Leistung umgekehrt proportional.

Für den Ohmschen Spannungsabfall läßt sich ein sehr einfaches Wachstumsgesetz ableiten. Da die Leistung der Maschine dem Produkt aus Strom und Spannung die Stromwärmeverluste dagegen dem Produkt aus Ohmschen Spannungsabfall und Strom gleich sind, beträgt der Ohmsche Abfall prozentuell genau so viel, wie die prozentuellen Stromwärmeverluste. Es gilt daher das Gesetz:

Der Ohmsche Spannungsabfall nimmt in einer Typenreihe mit der vierten Wurzel aus der Leistung ab.

Auch der Magnetisierungsstrom, der im Elektromaschinenbau eine ungemein wichtige Rolle spielt, kann unter ein Gesetz gebracht werden. Der Weg des magnetischen Stromes nimmt ebenso zu, wie die Abmessungen der Maschine. In diesem Verhältnis müssen demnach die magnetisierenden AW größer werden. Nun ist die Leistung der Maschine auch gleich dem Produkt aus Windungsspannung und Durchflutung der Wicklung. Da die Windungsspannung mit dem Quadrat der Abmessungen wächst, muß dasselbe Gesetz auch für die Durchflutung gelten. So kommt folgendes Wachstumsgesetz zustande:

Der prozentuelle Magnetisierungsstrom nimmt innerhalb einer Typenreihe mit der vierten Wurzel aus der Leistung ab.

Dieses Gesetz stützt sich allerdings auf die Annahme, daß auch der Luftspalt mit den übrigen Maschinenabmessungen gleichen Schritt hält. Da aber bei einigen Maschinenarten die erregende Durchflutung zur arbeitenden in einem vorgeschriebenen Größenverhältnis stehen muß, wird der Luftspalt am besten vom Vergrößerungsverfahren freigegeben.

Neben dem Magnetisierungsstrom spielt auch der Verluststrom bei Leerlauf eine gewisse Rolle. Er kann aber nur so weit von den Wachstumsgesetzen erfaßt werden, wie er von den Verlusten in Eisen hervorgerufen wird. Es ist klar, daß dieser bezogene Verluststrom den-

Digitized by Google

selben Gesetzen folgen muß, wie die bezogenen Verluste. Mit einiger Freiheit der Fassung, die aber für die Praxis durchaus unbedenklich ist, kann man deshalb sagen:

Der Leerlaufstrom nimmt in einer Typenreihe mit der vierten Wurzel aus der Leistung ab.

Die Erfahrung spricht gewiß nicht gegen dieses Gesetz. Große Drehstrommotoren arbeiten mit einem besseren Leistungsfaktor, als kleine. Auch hier wiederum ist eine gute Seite der großen Maschine sichtbar. Daß bei ganz kleinen Drehstrommotoren und ebenso bei ganz kleinen Transformatoren der Leerlaufstrom große Schwierigkeiten macht, ist hinreichend bekannt.

Die Wachstumsgesetze, die wir im Vorangehenden aufgestellt haben bilden die Lösung des Problemes der wachsenden Maschine. Sie machen die konstruktive Tätigkeit nicht überflüssig, sie gestatten es nicht, ohne weiteres, aus einer gegebenen Maschine eine beliebig größere abzuleiten. Aber sie bringen doch in die konstruktive Arbeit ein System, das manche überflüssige Arbeit ersparen läßt und Abwege zum großen Teil unmöglich macht. Die Wachstumsgesetze ermöglichen aber auch einen sehr interessanten Überblick über die konstruktiven Schwierigkeiten der Leistungsskala und zeigen jeweils den Schwerpunkt der Konstruktion mit großer Deutlichkeit an. Wir wollen im folgenden noch kurz, an Hand der entwickelten Gesetze, die konstruktiven Hauptschwierigkeiten in Abhängigkeit zur Größe der Maschinenleistung zeigen.

Jede Konstruktion ist dann erst gut, wenn die Forderungen, die von allen Seiten gestellt werden, derart abgeglichen sind, daß sie alle gleichmäßig erfüllt sind. Die Haupteigenschaften der Maschine müssen sich gleichsam im Gleichgewicht befinden. Ändert man nun die Leistung, so ändert man auch die Haupteigenschaften, aber, wie wir gesehen haben, nach verschiedenen Gesetzen. Daß sich dabei das Gleichgewicht verschiebt, liegt auf der Hand, die Konstruktion ist nicht mehr gut, und das neue Gleichgewicht muß erst wieder gesucht werden.

Geht man zu ganz kleinen Leistungen hinunter, so muß man jenen Eigenschaften der Maschine die Aufmerksamkeit schenken, die bei kleinen Leistungen groß sind, weil sie dann von Bedeutung werden. Es sind dies die prozentuellen Verluste und der prozentuelle Spannungsabfall, endlich der prozentuelle Leerlaufstrom. Die unwirtschaftliche Arbeit der kleinen Maschine ist bekannt. Störender indessen kann der Spannungsabfall werden und ganz besonders unangenehm ist der Leerlaufstrom. Es liegt daher auf der Hand, daß der konstruktive Schwerpunkt bei der kleinen Maschine zwischen dem Leerlaufstrom und dem Ohmschen Spannungsabfall liegt.

Dies ist bekannt. Nicht umsonst stellt man ganz kleine Spannungsteiler aus fugenlosen Eisenblechen zusammen, um den Leerlaufstrom der Luftstrecke zu vermeiden. Der Leerlaufstrom des kleinen Drehstrommotors macht dem Konstrukteur immer wieder Sorgen, ihm gilt die ganze Aufmerksamkeit, die ganze Mühe und Sorgfalt. Überall, wo man hinblickt, hat man es bei der kleinen Maschine mit der Erregung zu tun. Auch bei der kleinen Gleichstrommaschine.

Wie unangenehm der prozentuelle Ohmsche Spannungsabfall werden kann, sieht man am besten beim kleinen Transformator, aber auch beim kleinen Drehstrommotor. Der Kurzschlußpunkt rückt auf dem Leistungskreis des Drehstrommotors unangenehm hoch, wenn die Leistung klein ist. Auch bei der kleinen Gleichstrommaschine ist der Spannungsabfall im Anker sehr unangenehm.

Ungemein interessant ist die Wechselwirkung zwischen Leerlaufstrom und Spannungsabfall. Es ist merkwürdig wie diese beiden Größen einander beeinflussen, wie schwer sie dem Konstrukteur die Arbeit machen. Sucht man zum Beispiel bei einer gegebenen Konstruktion den Ohmschen Spannungsabfall dadurch erträglich zu machen, daß man die Stromdichte verkleinert, so verkleinert man tatsächlich die Stromwärme mit dem Quadrat der Dichte, die Leistung der Maschine dagegen nur mit der einfachen Potenz. Die prozentuelle Stromwärme nimmt also tatsächlich ab und ebenso wird der bezogene Abfall kleiner. Dafür verkleinert man aber auch gleichzeitig die Durchflutung der Maschine und der prozentuelle Leerlaufstrom wächst. Was man auf der einen Seite gewinnt, büßt man auf der anderen wieder ein. Natürlich geht es ganz ebenso bei der Verkleinerung der Liniendichte. Man setzt den Leerlaufstrom herunter, vergrößert dafür aber den Spannungsabfall. Allerdings verkleinert man den Leerlaufstrom stärker, als man den Abfall vergrößert. Deshalb ist die Ermäßigung der Liniendichte immerhin ein Hilfsmittel, dessen man sich im Kleinmaschinenbau bedient.

Sobald die Leistung halbwegs die Höhe erreicht, die den Leerlaufstrom und den Spannungsabfall nicht mehr in den Vordergrund treten läßt, werden die Strom- und die Liniendichte wenig durch diese beiden Größen bestimmt. Der Leerlaufstrom begrenzt allerdings durchwegs durch die Leistungsskala die Liniendichte, aber die eigentliche Begrenzung gibt doch für die elektromagnetischen Beanspruchungen die Erwärmungsfrage.

Das treibende Temperaturgefälle ist mit Rücksicht auf die empfindliche Baumwolle und auf die anderen Isolationsmaterialien über das ganze Gebiet der Leistungsskala fest begrenzt. Der Hauptteil dieses Gefälles entfällt nun auf die Wärmeabgabe an der Oberfläche der warmen Maschine. Es ist bekannt, daß die Flächeneinheit der Maschinenoberfläche eine Wärmemenge abgibt, die dem verfügbaren Temperaturgefälle proportional ist. Wenn aber dieses festgelegt ist, muß auch die Wärmebeanspruchung der Oberfläche innerhalb gewisser Grenzen gehalten werden, sonst versagt die Konstruktion.

Wenn in einer Maschine die Verluste mit der dritten Potenz der Abmessungen wachsen, die kühlende Oberfläche dagegen mit dem Quadrat, so wächst natürlich auch die Wärmebeanspruchung der Oberfläche. Sie nimmt ziemlich rasch zu, nämlich offenbar gerade so, wie die Abmessungen der Maschine. Daß unter diesen Umständen die Erwärmungsfrage eine der allergrößten konstruktiven Probleme des Elektromaschinenbaues geworden ist, ist ganz natürlich, und ebenso natürlich ist es, daß der konstruktive Schwerpunkt, schon bei verhältnismäßig kleinen Leistungen sich in die Nähe des Kühlapparates schiebt.

Wie kann dem strengen Wachstumsgesetz gegenüber das Temperaturgefälle überhaupt beherrscht werden? Zunächst offenbar nur so, daß bei kleinen Leistungen reichlich Oberfläche vorhanden ist, die die Wärme bequem austreten läßt und hohe Temperaturen verhindert. In der Tat bleiben ganz kleine Maschinen ziemlich kalt. Die Verluste müssen schon mit Rücksicht auf die elektrische Wirtschaftlichkeit beschränkt werden, so daß die Erwärmung zunächst keine Rolle spielt. Aber sich selbst überlassen wird die Wärmebeanspruchung der Oberfläche unheimlich rasch gefahrdrohend. so daß man schon bei ungefähr 10 kW-Leistung an Abhilfe denken muß.

Ein Auskunftsmittel ist die Verschiebung in der Aufteilung des Temperaturgefälles. Man kann das treibende

Digitized by Google

Gefälle an der Oberfläche allmählich größer werden lassen, wenn man gleichzeitig das im Innern des arbeitenden Materials wirkende Gefälle verkleinert. So macht man es in der Tat durchwegs im modernen Maschinenbau. Je größer die Leistung, umso größer wird das äußere Gefälle, umso näher rückt die Oberfläche an die Quellen der Wärme. Bei ganz kleinen Maschinen werden außen kaum 20 bis 30° C verbraucht. Bei größeren Maschinen kann man an der heißesten Oberfläche 40° C über Luft messen, bei noch größeren sogar noch mehr.

Ganz von selbst drängt sich die Zerlegung des heißen Eisen- und Kupferkörpers auf. Auf diese Art hat der Wärmestrom im Inneren nur einen kurzen Weg, den er mit Hilfe eines kleinen Gefälles bewältigen kann. Aber die Maßregel muß schließlich doch versagen. Das Temperaturgefälle an der Oberfläche kann nur bis zu einer gewissen Grenze hinaufgetrieben werden. Es muß daher die Wirksamkeit der kühlenden Oberfläche ebenfalls erhöht werden, wenn die große Maschine nicht versagen soll.

Es ist interessant zu beobachten, wie die Fähigkeit der Oberfläche, Wärme abzugeben, mit der Leistung auch ohne Nachhilfe des Konstrukteurs zunimmt. Die Wärmeherde drängen sich durchwegs um den Luftspalt zusammen, wo die Luft durch den umlaufenden Läufer mitgerissen wird. Die Umfangsgeschwindigkeit bekommt auf diese Art eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Erwärmungsfrage. Würde die Wirksamkeit der Oberfläche mit der Geschwindigkeit der sie kühlenden Luft proportional wachsen, so wäre eigentlich jede Schwierigkeit verschwunden. Denn die Oberfläche wird mit der zweiten, die Umfangsgeschwindigkeit mit der einfachen Potenz der Maschinenabmessungen größer, während die Verluste mit der dritten wachsen. Die Wärmemitnahme durch bewegte Luft ist allerdings nur der Quadratwurzel aus der Luftgeschwindigkeit proportional. So kommt es, daß die Wärmenot mit der Wurzel aus dem Läuferdurchmesser zunimmt oder, was dasselbe ist, mit der achten Wurzel aus der Leistung. Noch schwerer hat es der Transformator, der keine sich bewegenden Teile hat. Es bleibt kein anderer Ausweg, als sich von der Umfangsgeschwindigkeit der Maschine freizumachen. Wenigstens soweit sie die Luftkühlung ausschließlich beherrscht. Auch der eingebaute Lüftungsflügel ist an die Umfangsgeschwindigkeit festgebunden, nur kann er auch dort kühlend eingreifen, wohin der einfache, sich drehende Läufer nicht reicht. Die künstliche Kühlung arbeitet mit starken Luftströmen, die gut geführt werden, so daß sie einer großen Oberfläche die Wärme entziehen können.

Der kühlende Flügel setzt nur den Anfang einer Typenreihe fest, er beseitigt dagegen das Erwärmungsproblem in keiner Weise. Auch für die künstlich gekühlte Maschine gilt dasselbe Wärmenotgesetz wie für die kleine, sich selbst überlassene. Die Oberfläche wird immer wieder zu klein. Wie diese ewige Schwierigkeit überwunden wird, wie neue Hilfsmittel immer wieder eingreifen müssen, das bildet die Entwicklung des Elektromaschinenbaues, gleichzeitig aber ist es der beste Beweis, daß Typenreihengesetze allein nicht genügen, um den Weg zu großen Leistungen zu öffnen.

Fast hat es den Anschein als würde sich das ganze moderne Konstruktionsproblem um die Erwärmung der Maschine drehen. Ein sehr großes Leistungsgebiet hängt in der Tat nur an dieser einen Frage. Ganz langsam verschiebt sich mit der Leistung der Schwerpunkt der Konstruktionstätigkeit ins Elektrische. Die Stromkraftfrage beschäftigt den Erbauer großer Maschinen und die hohen Spannungen stellen ganz neue Probleme.

Daß auch mechanische Probleme bei höheren Leistungen auftauchen, ist natürlich. Die Fliehkraft spielt im Turbomaschinenbau eine große Rolle. Die gewaltigen Umfangsgeschwindigkeiten, die bis und über 100 m steigen, zwingen zur Vorsicht. Auch hier wächst die Schwierigkeit mit der Leistung.

Die vorangehende Betrachtung zeigt deutlich, daß es ganz unmöglich ist, eine Typenreihe über das ganze Gebiet der Leistungsskala zu führen. Jede der zahlreichen im Elektromaschinenbau auftretenden konstruktiven Schwierigkeiten wächst sich langsam aus, bis sie unüberwindlich wird. Sie bestimmt das Leistungsgebiet einer Typenreihe. Ist man einmal gezwungen das geometrische Wachstumsprinzip zu opfern, so tut man gut, eine gründliche Anpassung an das entstandene konstruktive Problem vorzunehmen. Die einzelnen Typenreihen sind sich dann fast ganz und gar nicht ähnlich, jede trägt den Stempel ihres Hauptproblemes. Ein Beispiel aus der Praxis soll das Gesagte erläutern.

Der allerkleinste Transformator, der mit dem Magnetisierungsstrom und dem Spannungsabfall schwer zu kämpfen hat, ist durch sehr kleine Liniendichten gekennzeichnet, außerdem bevorzugt er die Sparschaltung, die seine Leistung scheinbar vergrößert und auf diese Art den bezogenen Magnetisierungsstrom und den Ohmschen Spannungsabfall verkleinert.

Sobald die Leistung des Transformators einige Kilovoltampere erreicht, übernimmt die Erwärmungsfrage bereits die führende Rolle und eine neue Typenreihe muß den Kleintransformator ablösen. Es ist dies der Trockentransformator. Die Bauart ist vollständig gekennzeichnet durch die Art und Weise, wie die neue Hauptfrage gelöst wird, wie also die Wärme abgeführt wird. Die Typenreihe des Trockentransformators kann bis über 100 kVA-Leistung hinaufgeführt werden, bis das Kühlprinzip versagt.

Der Öltransformator mit natürlicher Kühlung löst die Trockentype ab. Wiederum ist es eine ganz andere Typenreihe, die sich in der Leistungsskala fortsetzt und wiederum ist es die Art und Weise, wie die Kühlung durchgeführt wird, die die Bauart kennzeichnet. Man kommt mit dem einfachen Ölbad zu ziemlich hohen Leistungen, bis 1000 kVA und darüber. Sobald die einfache Ölkühlung versagt, muß abermals eine neue Typenreihe angefangen werden. Die Wasserkühlung muß dem Öle zu Hilfe kommen, um die bedeutende Wärmelast zu bewältigen. Gleichzeitig treten besondere Vorkehrungen gegen Strom- und Spannungsstöße auf, der Großtransformator setzt sich durch.

Man sieht, daß die Leistungsskala des Transformators mindestens in 4 Abschnitte zerlegt werden muß, wobei zu beachten ist, daß ihre Ausdehnung ständig wächst. Vergleicht man einen Kleintransformator mit einem modernen Großtransformator für einige 10 000 kVA-Leistung, so wird man mühelos erkennen, daß eine ganze Welt zwischen ihnen liegt. Durch eine Typenreihe können sie auf keinen Fall verbunden werden. So wie beim Transformator liegen die Verhältnisse auch beim Motor und Stromerzeuger. Der große Turbogenerator hat kaum noch etwas gemeinsames mit dem kleinen Stromerzeuger, der einige Kilowatt liefern kann, außer das elektrische Prinzip, auf dem es aufgebaut wird.

Es ist interessant, daß das Problem der wachsenden Maschine so, wie es im Vorangehenden behandelt und gelöst wurde, erweitert werden kann. Neben den Gesetzen der Typenreihe sind auch die Gesetze der Reihe mehrerer Bauarten interessant. Man kommt auf diese Art, wenn

Digitized by Google

man eine Typenreihe, eine Bauart, als eine Einheit betrachtet, zu einer Reihe höherer Ordnung. Mit dieser höheren Reihe ist man dann wohl imstande, die ganze Leistungsskala zu überspannen.

Eine Lösung des erweiterten Problemes der wachsenden Maschine haben wir oben eigentlich auch gegeben, obwohl in einer ganz allgemeinen Form. Sie muß zeigen, wie sich der Schwerpunkt des Konstruktionsproblems verschiebt und wann und warum es notwendig ist, Typenreihen abzubrechen. Natürlich läßt sich das allgemeinere Problem der steigenden Leistung auch eingehender behandeln. Dies ist aber wohl für den ganzen Elektromaschinenbau in einfacher Weise nicht möglich, weshalb sich die vorliegende Arbeit mit der allgemeinen Fassung begnügen muß.

Zusammenfassung.

Die steigende Leistung der elektrischen Maschine regt die Frage an, nach welchen Gesetzen aus einer kleinen Maschine eine größere derselben Bauart entwickelt werden kann. Die Gesetze der wachsenden Maschine können zwar die konstruktive Tätigkeit nicht ersetzen, wohl aber sind sie geeignet, eine gewisse notwendige Ordnung in die Arbeit des Konstrukteurs zu bringen, außerdem aber ermöglichen sie erst den Überblick über den Wert der Leistungsakkumulierung.

Bei der Entwicklung der Wachstumsgesetze kann man die Grundannahme machen, daß in einer Typenreihe die elektromagnetischen Beanspruchungen unverändert bleiben. Aus dieser Grundannahme ergeben sich sofort die ersten Gesetze der wachsenden Maschine.

Unter den Schwierigkeiten, die sich bei der Einführung des Aufbauprinzipes der Typenreihe einstellen, muß die Zunahme der Spannung durch ein besonderes Gesetz erledigt werden, damit die Typenreihe überhaupt möglich ist. Es stellt sich heraus, daß man das Vergrößerungsprinzip nur für die Hauptabmessungen in Anwendung bringen darf, während die Einzelheiten den Notwendigkeiten entsprechend nach eigenen Gesetzen geregelt werden müssen.

Von den Einzelheiten wird die Zerlegung des Wicklungskörpers besonders besprochen. Sodann wird auf die elektrischen Haupteigenschaften hingewiesen und deren Wachstumsgesetz entwickelt. So ergibt sich die Möglichkeit, einen vollständigen Überblick über die Leistungsskala zu bekommen.

Die Wachstumsgesetze der elektrischen Maschine werden dazu benützt, um über die Verteilung der konstruktiven Schwierigkeiten über die Leistungsskala einen Aufschluß zu erhalten. Es wird daher gezeigt, wie, von ganz kleinen Abmessungen ausgehend, immer neue Schwierigkeiten auftauchen, deren Bewältigung die Aufgabe des Konstrukteurs ist. Es wird gleichzeitig gezeigt, daß das ganze Leistungsgebiet nicht mit einer Typenreihe allein ausgefüllt werden kann, sondern daß nur Teile davon für einzelne Bauarten in Betracht kommen. Als Beispiel wird der Transformatorenbau herangezogen und es wird gezeigt, wie in diesem besonderen Falle die Einteilung des ganzen Leistungsgebietes durchgeführt werden muß.

Das erweiterte höhere Problem der wachsenden Maschine, für das die Typenreihe nur ein Element ist, wird erwähnt. Daß auch dieses Problem lösbar ist, zeigt ein Hinweis auf die vorangehende Betrachtung.

Ein mechanischer Rechenbehelf für Koordinatentransformation.

Von Dr. Oskar Srnka, Brünn.

Bei der analytisch-graphischen Behandlung stationärer sinoidaler Wechselstromvorgänge bedient man sich mit besonderem Vorteil gegenüber anderen Darstellungsweisen umlaufender Vektoren der immer mehr zur Geltung gelangenden sogenannten „symbolischen Methode“ unter Anwendung komplexer Größen für die Rechnung und des Systems der Polarkoordinaten für die graphische Darstellung. Die symbolische Art der Darstellung sinusförmiger Wechselströme durch komplexe Zahlenausdrücke für Zwecke der rechnerischen Behandlung zeichnet sich deshalb gegenüber anderen Darstellungsweisen vorteilhaft aus, weil hiebei jegliche trigonometrische Berechnungen von mitunter unvermeidlicher Weitläufigkeit gänzlich umgangen werden, bezw. umständlich zu lösende partielle Differentialgleichungen in die einfache lineare Form übergehen und infolge davon der Gang der Berechnung sowie die Form der Resultate sich wie auf keinem anderen Wege gleich kurz und übersichtlich gestalten. Der Vorzug des Polarkoordinatensystems bei der graphischen Darstellung von Sinuslinien liegt in dem Umstand, daß die Sinuslinie in Polarkoordinaten durch einen Kreis dargestellt wird, dessen Durchmesser dem Maximalwerte der betreffenden Sinuskurve entspricht und die Phasenverschiebung durch den Neigungswinkel des Durchmessers gegen eine angenommene Bezugachse repräsentiert wird. Durch die Größe und Richtung dieses Vektors ist also die Sinuskurve eindeutig bestimmt. Der analytische Ausdruck für die Sinuslinie im rechtwinkeligen Koordinatensystem

$$A \,.\, \sin(\omega t + \alpha)$$

geht bei komplexer Darstellung in der Exponentialform über in

$$A \,.\, \varepsilon^{j\alpha},$$

wobei ε die Basis des natürlichen Logarithmus

$$(\varepsilon = 2{\cdot}71828\ldots),$$

j die imaginäre Einheit $(j = \sqrt{-1})$ und α den Phasenverschiebungswinkel der betreffenden Schwingung gegen eine bestimmte Welle oder einen angenommenen Ausgangspunkt bedeuten. Obiger Ausdruck wird als die Hauptform des Symbols bezeichnet. Dieselbe eignet sich infolge ihres einfachen äußeren Aufbaues und der daraus sich ergebenden Möglichkeit einer unmittelbaren Entnahme der zur Konstruktion in Polarkoordinaten erforderlichen Bestimmungsstücke Amplitude A und Richtungskoeffizient α derselben, insbesondere für graphische Darstellungen. Wird nach der Formel von Euler die Hauptform zerlegt:

$$A \,.\, \varepsilon^{j\alpha} = A\,[\cos\alpha + j \sin\alpha]$$

und bezeichnet man $A \cos\alpha$ mit p und $A \sin\alpha$ mit q, so gelangt man auf diese Weise zu der sogenannten Nebenform des Symbols in der Gestalt $p + jq$, welche letztere sich dagegen als zweckmäßiger für die Ausführung von Zahlenrechnungen erweist. Es stellt dabei p die Maßzahl des Abschnittes auf der reellen Achse und q diejenige des Abschnittes auf der imaginären Achse der komplexen Zahlenebene, also die Koordinaten des Endpunktes des Vektors $\mathfrak{A}$ von der Länge A vor, bezw. die beiden geometrisch zu addierenden Komponenten des Vektors $\mathfrak{A}$. Handelt es sich um eine Transformation der Koordinaten aus der einen Form (A, α) in die andere (p, q) oder umgekehrt, so kann dieselbe auf

Digitized by Google

Grund obiger Beziehungen in der folgenden Weise vollzogen werden.

Es gilt

$$A = \sqrt{p^2 + q^2} \text{ und } \operatorname{tg}\alpha = \frac{q}{p};$$

umgekehrt ist

$$p = A\cos\alpha \text{ und } q = A\sin\alpha,$$

da

$$A \cdot \varepsilon^{j\alpha} = p + jq.$$

Der auf diese Weise geschaffene Zusammenhang zwischen den Koordinaten A und α der Hauptform und denjenigen p und q der Nebenform kann zur rechnerischen Trennung des reellen Teiles vom imaginären eines in der Exponentialform vorliegenden Resultates, sowie zur Ermittlung der für die Konstruktion des Resultates in Polarkoordinaten erforderlichen Bestimmungsstücke aus errechneten Ergebnissen in der Nebenform dienen. Wenn der Umrechnungsvorgang an sich auch einfach ist, so macht derselbe immerhin das Aufsuchen in den Tafeln der Kreisfunktionen und die Operationen des Wurzelziehens, Quadrierens, Multiplizierens und Dividierens erforderlich, was doch in einem gewissen Grade umständlich ist und bei zahlreicher Wiederholung recht zeitraubend wird, selbst dann auch, wenn hiefür der Rechenschieber zur Anwendung gelangt.

In vielen Fällen ist daher eine einfach und rasch zu bewerkstelligende Koordinatentransformation erwünscht, sei es, daß während der Berechnung vorübergehend eine gewisse bildliche Übersicht über die mitunter recht verwickelten Vorgänge in Wechselstromkreisen angestrebt wird, sei es, daß neben dem rechnerischen Verfahren die durch Änderung einer oder mehrerer Vektorgrößen verursachte Beeinflussung des Gesamtverhaltens eines Vorganges graphisch verfolgt und gewissermaßen eine Kontrolle des Rechnungsvorganges dadurch erzielt werden soll oder, daß schließlich die durch direkte Abmessungen der Diagrammgrößen gewonnenen Zahlenwerte vielfach als hinreichend genau betrachtet werden können, um in die Rechnung eingeführt zu werden, so daß solcherart der Lösungsvorgang einer Aufgabe durch Kombination von Rechnung und Konstruktion erheblich abgekürzt werden kann. Aus diesen Gründen erscheint es also oft wünschenswert, rasch und einfach, dabei ohne rechnerische Manipulation und dennoch mit hinreichender Genauigkeit von dem einen Behandlungsverfahren zu dem anderen übergehen zu können, das heißt eine unmittelbare und in bezug auf deren Genauigkeitsgrad praktisch brauchbare Umwandlungsmöglichkeit zu besitzen. Abb. 1 zeigt einen einfachen mechanischen Rechenbehelf, welcher obigen Bedingungen restlos genügt, indem derselbe die oben erwähnte Koordinatentransformation mit einigen wenigen Handgriffen und dabei für praktische Fälle mit hinreichender Genauigkeit auszuführen gestattet. Die Resultate sind hiebei ohne die Notwendigkeit der Bestimmung von etwaigen Zwischenwerten oder die Mitbenutzung von Funktionentafeln unmittelbar ablesbar. Die Vorrichtung besteht aus einem Lineal a mit einer daran angebrachten Gradeinteilung von 0° bis 90°, einem beweglichen Lineal b mit der damit fest verbundenen Einstell- und Ableseeinrichtung in Gestalt eines Nonius und dem Winkellineal c. Alle drei Lineale tragen Teilungen im selben Maßstab. Zum Zwecke der Feineinstellung erhält auch c einen Nonius.

Die Handhabung dieser Vorrichtung gestaltet sich äußerst einfach. Die Festlegung der Werte von p erfolgt auf der Teilung des Lineals a vermittelst des Winkellineals c, diejenige der Werte von q auf der Teilung des Lineals c durch den Schnittpunkt der Teilung desselben mit der Teilung des Lineals b. Der Richtungskoeffizient α wird auf der Gradteilung unmittelbar abgelesen, wobei die Winkelablesung mittels des Nonius bei $^1/_4{}^0$-Teilung auf 1 Minute genau erfolgen kann. A stellt die durch den Schnittpunkt der beiden Skalenteilungen von b und c auf dem beweglichen Lineal begrenzte Strecke dar.

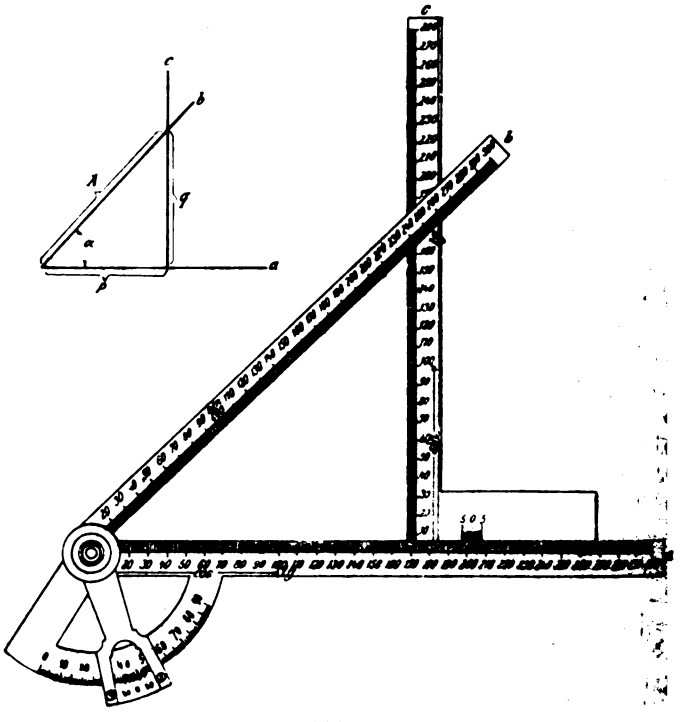


Abb. 1.

Ist p oder q gegeben, so kann nach deren Einstellung auf a und c der Wert von A auf b und der Richtungskoeffizient α auf der Gradteilung unmittelbar abgelesen werden und umgekehrt. Soll für einen gegebenen Winkel α, dessen Cosinus, Sinus oder Tangens ermittelt werden, so wird bei Verschiebung des Winkellineals bis zum Schnitt der Teilung desselben mit derjenigen des Lineals b bei dem Teilungspunkt 100 auf dem Lineal a der Cosinus, auf dem Lineal c der Sinus und bei Einstellung des Lineals c auf den Teilungspunkt 100 des festen Lineals a auf c der Tangens von α unmittelbar abgelesen, wobei stets 100 an der Stelle der Einheit steht. Wäre beispielsweise für $p = 180{\cdot}4$ und $q = 149{\cdot}6$ der Wert von A und der Winkel α zu ermitteln, so ergibt sich bei Einstellung von 180·4 auf dem Lineal a und 149·6 auf dem Lineal c im Schnittpunkt mit b für A unmittelbar der Wert $A = 234{\cdot}3$ auf dem Lineal b und für $\alpha = 39^0\,40'$ auf der Gradteilung. Durch weitere Verschiebung von c bis zum Teilungspunkt 100 auf b und Ablesung auf c folgt für den $\sin\alpha = 0{\cdot}638$, durch Ablesung auf a für $\cos\alpha = 0{\cdot}769$ und durch Einstellung von c auf den Teilungspunkt 100 des Lineals a und Ablesung auf c für $\operatorname{tg}\alpha = 0{\cdot}829$. Ist A und α bekannt, so kann umgekehrt ebenso einfach p und q gefunden werden. Bei kleinen Einstellwerten, etwa unter 30, kann zwecks bequemerer Hantierung mit deren zehnfachen Beträgen, also von 300 abwärts, operiert werden, während

Digitized by Google

bei Werten über 300 hinaus die Einstellung mit einem geeigneten Bruchteil derselben vorgenommen werden kann.

Neben dieser eigentlichen Verwendungsart der Rechenvorrichtung kann letztere auch noch für mancherlei andere Fälle mit Vorteil verwendet werden. So unter anderem zum Beispiel für die Ermittlung des Leistungsfaktors aus dem Spannungs-, Strom- und Leistungswert bei Wechselstrommessungen nach der Gleichung

$$\cos\varphi = \frac{P}{E \,.\, J},$$

daraus φ, oder aus den Ablesungen der beiden Wattmeter bei Drehstrommessungen nach der Gleichung

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2}\sqrt{3},$$

daraus φ, sowie zur Bestimmung von Impedanzen und Phasenverschiebungen nach den Gleichungen

$$z = \sqrt{r^2 + x^2} \text{ und } \operatorname{tg}\varphi = \frac{x}{r}.$$

Wäre zum Beispiel die Wattmeterablesung bei einer Wechselstrommessung $P = 2534$ W, die Spannung $E = 110$ V und der Strom $J = 26{\cdot}6$ A, so ergibt sich bei Einstellung von $P = 2534$ W auf a und $E.J = 2926$ W auf b die Phasenverschiebung zu $\varphi = 30^0$ und durch Einstellung von c auf den Teilungspunkt 100 des Lineals b $\cos\varphi = 0{\cdot}866$.

Ebenso ergibt sich bei einer Drehstrommessung nach der Zweiwattmetermethode durch Einstellung von $(P_1 - P_2) \,.\, \sqrt{3} = 1747$ W auf c und $(P_1 + P_2) = 2743$ W auf a der Mittelwert der Phasenverschiebung zu $\varphi = 32^0\,30'$ und daraus $\operatorname{tg}\varphi = 0{\cdot}637$.

Bei einem Widerstand von $r = 168{\cdot}2\ \Omega$ und einer Reaktanz $x = 160{\cdot}1\ \Omega$ resultiert bei Einstellung von r auf a und x auf c (Abb. 1) für die Impedanz der Wert $z = 232{\cdot}2\ \Omega$ auf b. Für den Phasenwinkel folgt

$$\varphi = 43^0\,35' \text{ und } \operatorname{tg}\varphi = 0{\cdot}952.$$

Innerhalb gewisser Grenzen kann die Rechenvorrichtung schließlich noch als Winkelmeß- und Winkelübertragungsinstrument dienen.

Es hat sich gezeigt, daß bei Herstellung des Lineals a aus magnetisiertem Stahl und des horizontalen Schenkels des Winkellineals c aus Weicheisen, die Anziehungskraft zwischen diesen beiden Teilen hinreichend groß ist, um zufällige Verschiebungen einer Einstellung zu verhindern, so daß eine besondere Führung des Winkellineals durch diese einfache Maßnahme völlig entbehrlich wird.

Zusammenfassung.

Es wird ein einfacher mechanischer Rechenbehelf beschrieben, der neben seiner Verwendung als Koordinatentransformator für die Umwandlung der komplexen Exponentialform $A \,.\, \varepsilon^{j\alpha}$ in die Nebenform $p + jq$ auch noch für die Bestimmung des Leistungsfaktors bei Wechselstrom- und Drehstrommessungen, für die Ermittlung von Impedanzen aus Widerständen und Reaktanzen, sowie zur Auffindung der trigonometrischen Funktionen sin, cos und tg eines gegebenen Winkels usw. und schließlich auch als Transporteur verwendet werden kann.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Elektrizitätsversorgung in den Niederlanden*). H. A. van Ysselsteyn. Seit 1911 bestehen eine Reihe von Überlandwerken, Distriktszentralen, die aber bisher in keinem Falle noch Strom über die Grenzen einer Provinz liefern. Die der Distriktsversorgung dienenden Zentralen sind die folgenden:

	Leistung in kW	Vergrößerung vorbereitet auf kW
Helpmann	3 000	9 000
Leuwarden	4 250	7 250
Zwolle	1 500	4 500
Ymuiden	5 200	11 200
Haarlem	7 050	—
Amsterdam	37 500	44 000
Gertrudenberg	—	18 500
Naarden	3 720	—
Hengelo	6 000	14 000
Leiden	6 500	—
Zeist	340	—
S' Gravenhage	15 100	—
Heerlen	15 200	22 700
Utrecht	6 000	—
Arnheim	4 300	—
Leidschendam	5 200	—
Delft	3 400	6 000
Gouda	1 200	2 400
Rotterdam	19 200	—
Tilburg	2 000	—
Dordrecht	5 250	11 250
Nymwegen	6 000	9 000

Die Zentralen werden von Gesellschaften betrieben, Provinz und Gemeinden besitzen Anteile. Das Land ist für elektrische Kraft noch sehr aufnahmsfähig, was daraus hervorgeht, daß der für einen Zeitraum von fünf bis zehn Jahren vorgesehene Verbrauch bereits in zweieinhalb Jahren überschritten war. Für die Landwirtschaft werden 3·7 Mill. kWh als zukünftiger Verbrauch im Dreschen und in Futterbereitung geschätzt, das elektrische Pflügen hat wenig Aussicht, hingegen soll die Entwässerung der eingedeichten Polder auf elektrischem Weg erfolgen.

In den 200 Gemeindezentralen werden die durchschnittlichen Kosten für die Erzeugung der kWh mit 12·5 Pfg., in den sieben Provinzialzentralen mit 9·55 Pfg. angegeben. Bei einer zentralen Versorgung von drei Reichszentralen aus schätzt man die Erzeugungskosten auf 7·57 Pfg./kWh. Durch die Verkupplung der Zentralen wird eine bedeutende Herabsetzung der Betriebskosten und Ersparnis an Reserven erwartet. Es wird der Vorschlag gemacht, daß das Reich die Verbindung der einzelnen Zentralen auf eigene Kosten ausführt, wobei der Anfang mit der Zentrale Amsterdam gemacht werden soll, die mit denen von Südholland, Nordbrabant und Limburg zu verbinden ist; Nordholland ist erst später einzubeziehen. Die Zentralen selbst sollten eine Art Trust bilden, wobei jede das Recht hat, ihre inneren Angelegenheiten zu verwalten, die Tarife festzusetzen, eventuell Strom aus der Reichsleitung zu beziehen. Der Trust hat die Verzinsung und Amortisation der Leitung zu decken und die Regierung hat die Überprüfung der Erzeugungskosten vorzunehmen und nur durch Festsetzung von Höchstpreisen für die Industrie ungerechtfertigte Preiserhöhungen hintanzuhalten. An besonders große Abnehmer darf der Trust selbst Energie von hoher Spannung abgeben**).

(Glasers Annalen 81, Nr. 10, nach de Ingenieur Nr. 6.)

Die Elektrizitätsversorgung im Kanton Waadt. M. E. Geillard weist in einem Vortrag darauf hin, daß Lausanne die erste Stadt in Europa war, die elektrische Energie von einer Zentrale aus für öffentliche Zwecke abgab. Die Zentrale enthielt nur vier Maschinen zu je 4 PS. Bald darauf wurde die elektrische Tramway Vevey—Montreux gebaut, eine der ersten in der Welt. Die Stromkosten waren sehr hohe, eine 16 kerzige Glühlampe kostete 8 cs. in der Stunde. Aus diesen kleinen Anfängen ist die heutige, umfangreiche Versorgung nicht nur der Stadt Lausanne, sondern auch des ganzen Waadtlandes hervorgegangen, die gegenwärtig 8 Mill. Glühlampen und 21 500 PS an elektrischen Motoren umfaßt, dies hauptsächlich durch Ausnutzung der reichen Wasserkräfte des Landes. Im Osten sind an den der Rhône zufließenden Flüssen der Gryonne, der Grand-Eau Wasserkraftwerke zur Versorgung des Grande-District entstanden, die Zentrale Bois-Noir mit dem Unterwerk Pierre de Plan versorgt die Stadt Lausanne. Die Gegend von St. Typhon und Rivaz wird von den Wasserkraftwerken Farettes, Tine und Vuargny

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 413; 1916, Seite 28.

**) Nach E. K. B. 16, Nr. 3, können die Staatszechen in Limburg bedeutende Mengen Strom in ein 50 000 V-Netz des Landes liefern.

Digitized by Google

gespeist. Die Zentrale Châtel-St. Denis liefert Strom nach Chardonne und Lavaux. Die Wasserkräfte der in den Genfersee sich ergießenden Flüsse, der Aubonne, Venege, Promenthouse, Versoix und Sarine werden in Kraftwerken zur Versorgung des Westens des Landes ausgenutzt. Eines der größten Überlandwerke, das 250 Ortschaften versorgt, ist das der Forces motrices de Joux et de l'Orbe, mit Wasserkraftanlagen an den vom Jura zum Neufchâteler-See fließenden Gewässern; sie versorgen auch eine der ersten normalspurigen elektrischen Bahnen von Orbe nach Charvonay.

(La revue, Lausanne, 15. 2. 1918.)

Die Elektrizitätsversorgung unrentabler Gebiete. W. Hoffmann weist auf die Schwierigkeiten hin, die in finanzieller Hinsicht der Versorgung landwirtschaftlicher Gebiete mit elektrischer Kraft entgegenstehen. Da dem Werk die Selbstkosten der für den Landwirt gelieferten kWh teurer zu stehen kommen als für die der Stadt gelieferte, so muß auch der Strompreis ein höherer sein, dies um so mehr, als die Kraftversorgung in der Stadt mit Konkurrenz zu kämpfen hat, nicht aber auf dem Lande. Andererseits sollten die Städte sich der Elektrifizierung der Landwirtschaft nicht widersetzen, da sie an der Ertragfähigkeit der letzteren beteiligt sind und sollten sich begnügen, wenn die Anlage nach Deckung der Betriebskosten eine ausreichende Verzinsung gibt. Als einfachstes Mittel zum Ausgleich des Güteunterschiedes der einzelnen Gebietsteile, die eine Überlandzentrale zu versorgen hat, empfiehlt der Verfasser eine Garantie eines bestimmten Mindestverbrauches oder einen Beitrag zu den Baukosten oder beides zusammen. Die Höhe der Baukosten ist nach den Selbstkosten des Werkes zu bestimmen; die Vorarbeiten für die Elektrifizierung des Landstriches müssen in einer von der Größe der zu erwartenden Erweiterung abhängigen Zeit in Angriff genommen und beendet werden; dem Garantie leistenden Verband muß es gestattet sein, die Anlage selbst herzustellen und zum Selbstkostenpreis dem Werk zu übergeben, vorausgesetzt, daß der letztere kleiner ist als der vom Werk selbst veranschlagte; ein aus beiden Parteien beschickter Ausschuß hat schiedsrichterlich zu entscheiden. Der Verfasser berichtet über die nach diesen Grundsätzen durchgeführte Anlage des Elektrizitätswerkes Minden-Ravensberg und erinnert, daß die nach dem Plane Klingenbergs*) durchzuführende Verkupplung der bestehenden Großkraftwerke erwünschte Gelegenheit zur ausreichenden Versorgung der unrentablen, landwirtschaftlichen Gebiete mit elektrischer Kraft gibt. (E. T. Z. 39, Heft 2, 1918.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Dampfkesselanlage des Großkraftwerkes Arzberg. Paul Koch-Düsseldorf. Bei Vergebung des Auftrages wurde zur Bedingung gemacht, daß die Rostanlage für die Dampfkessel sich zur wirtschaftlichen Verbrennung von böhmischer Rohbraunkohle (Nuß 2 und 3) eignen müßte. Vorversuche, die mit dieser Kohle vorgenommen wurden, zeigten, daß der Kettenrost System Piedboeuf für die betreffende Kohlensorte bestens geeignet sei. Die Dampfkesselanlage besteht aus vier Steilrohrkesseln System Burkhardt von je 400 m² Heizfläche, für 15 at Betriebsdruck, mit Dampfüberhitzer und schmiedeisernen Vorwärmern. Die gesamte Rostfläche des unter jedem der zwei Rohrbündel angeordneten Kettenrostes beträgt 17·2 m². Jeder Kessel ist an eine Saugzuganlage der Firma Theodor Fröhlich in Berlin angeschlossen. Die Flugasche wird in besonderen Spiralen aufgefangen und durch Bewegung mittels außen liegender Kurbeln in Aschensäcke unterhalb des Kesselhausflurs befördert. Die Entaschung der Überhitzertasche erfolgt gleichfalls unterhalb des Kesselhausflurs. Der schmiedeiserne Kamin hat einen lichten Durchmesser von 1500 mm und eine Gesamthöhe von 29·5 m. Der Antrieb der Kettenroste erfolgt durch Exzenter von einer unterhalb des Kesselflurs liegenden Transmission aus. Für die Beobachtung des Feuers und den Vorgang der Verbrennung sind eine Anzahl Schaukasten vorgesehen, ferner ist der Rost von hinten durch eine besondere Schaulucke zu übersehen, die auch für das Entfernen von Schlacke und Asche benutzt wird. Im Rostwagen sind unterhalb der Roststäbe eine Anzahl von Schmetterlingsklappen eingebaut, die den Zweck haben, einen Teil der Rostfläche bei schwachem Betrieb von dem Durchgang der Verbrennungsluft auszuschalten. In nachstehenden Tafeln sind die wichtigsten Angaben aus den in Arzberg selbst stattgefundenen drei Verdampfungsversuchen wiedergegeben:

Leistungen für den m² Rostfläche:	I	II	III
Menge des verbrannten Brennstoffes in kg	149·7	199	222
Stündl. erz. Wärmemenge auf 1 m² Rostfläche in WE	565 000	706 000	800 000
Zugstärke im Feuerraum . in mm WS	2·5	2·7	5·2
Zugstärke hinter d. Vorwärm. „ „ „	5·2	5·7	10·6
Wärme-Bilanz:	%	%	%
Nutzbar gemachte Wärme im Kessel	62·9	59·6	59·8
„ „ „ „ Überhitzer	5·3	6·1	7·5
zusammen	68·2	65·7	67·3
Übertrag	68·2	65·7	67·3
Nutzbar gemachte Wärme im Vorwärmer	11·8	10·5	11·9
Verlust durch die abziehenden Heizgase	13·2	12·4	15·0
„ „ Verbrennliches in den Herdrückständen	6·8	11·4	5·8
„ „ Strahlung u. Leitung als Differenz			
Summe	100·0	100·0	100·0

*) Vergl. E. u. M. 1916, Seite 335, 635.

Hiebei fällt ganz besonders der geringe Zug auf, dessen das Kesselsystem für seine hohen Leistungen benötigt. Der Zugverlust betrug bei einer Heizflächenbelastung von 28·3 kg/m² nur 2·7 mm WS, bei 33·3 kg/m² nur 3 mm WS und bei 38·1 kg/m² nur 5·4 mm WS. Zu diesem geringen Zugverlust trägt die Bauart des Steilrohrkessels Burkhardt, der in der Hauptsache nur Vertikalzüge besitzt, sehr viel bei. Bemerkt muß werden, daß bei den angeführten Versuchen die garantierte Maximalleistung ohne Anwendung von künstlichem Saugzug erreicht wurde.

(Z. f. Dampfkessel u. Maschinenbetrieb Nr. 43, 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Versuche über die Modifizierung des Faradayeffektes im Eisen in Anwesenheit nichtferromagnetischer Metalle. Béla Pogány, Kolozsvár. Sowohl auf Grund theoretischer Überlegungen als auch veranlaßt durch Versuchsergebnisse ist Voigt zu der Annahme gelangt, daß das magneto-optische Verhalten von Eisen und Kobalt zumindest im ultraroten Teil des Spektrums vorwiegend durch Leitungselektronen bestimmt wird. Voigt hat unter dieser Annahme auch das molekulare Feld im ferromagnetischen Metall berechnet und ist zu der hohen Zahl von 10^7 Gauss gelangt. Die Leitungselektronen und die hohen molekularen Felder scheinen also beim magneto-optischen Verhalten der ferromagnetischen Metalle die Hauptrolle zu spielen. Da aber nun auch in den nicht ferromagnetischen Metallen Leitungselektronen vorhanden sind, so schien es Pogány von Interesse, zu untersuchen, ob nicht auch die nicht ferromagnetischen Metalle den Faradayeffekt im selben Maße erkennen lassen, wie die ferromagnetischen, sobald ihre Leitungselektronen in die hohen Felder des Eisens gebracht werden. Dies wurde in der Weise verwirklicht, daß eine dünne Schicht nicht ferromagnetischen Metalles zwischen zwei Eisenschichten eingeschlossen und die magnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch dieses Präparat im Vergleich zu reinen Eisenschichten gemessen wurde. Es ergab sich, daß die zwischen zwei Eisenschichten eingeschlossene Schicht nicht ferromagnetischen Metalles eine größere Drehung der Polarisationsebene bewirkt als die reinen Eisenschichten allein. Dies ist nur im Sinne der angeführten Annahme ungezwungen zu erklären, daß nämlich tatsächlich unter dem Einflusse der molekularen Eisenfelder auch die andere Metallschicht die Polarisationsebene dreht. Es wurden Pt und Pd sowie Au, Ag und Cu untersucht, von denen die ersten beiden paramagnetisch, die letzten drei diamagnetisch sind, worin jedoch keine Schwierigkeit liegt, so para- und diamagnetische Körper gleichsinnig zu drehen vermögen. Die Größenordnung der Drehung ist ungefähr dieselbe wie die des Eisens. (Phys. Zeitschr. 18, 422, 1917.)

Zur Bestimmung der Horizontalintensität des Erdmagnetismus. C. Dieterici, Kiel. Die übliche Gausssche Methode der Horizontalintensität H des Erdmagnetismus, die als absolute, die Grundlage des Maßsystems bildende Methode bleibenden Wert besitzt, hat den Nachteil, daß sie viel Zeit in Anspruch nimmt und ungeübten Beobachtern starke Schwierigkeiten bereitet. Sie wird häufig durch eine zweite ersetzt, die allerdings nicht mehr absolut ist und bei der ein geeichtes Amperemeter mit einer Tangentenbussole derart zusammengeschaltet wird, daß aus dem Reduktionsfaktor der letzteren H ermittelt werden kann. Dieterici gibt nun eine dritte Methode an, die sehr einfach ist und, wenn auch selbst infolge der Verwendung der Angaben eines Milliamperemeters nicht mehr absolut, doch der Gaussschen näher steht als die zweitgenannte. Ein Stabmagnet ist zur Beobachtung seiner Schwingungsdauer in der Mitte einer langen Spule aufgehängt, wobei mit Hilfe eines Akkumulators, eines Widerstandskastens, eines Milliamperemeters und einer Wippe ein genau meßbarer Strom in die Spule geschickt werden kann und die Achsen von Spule und Magnet genau in der Richtung des magnetischen Meridianes liegen. Ist t_0 die Schwingungsdauer des Magneten ohne Spulenfeld (H_s), t_1 die Schwingungsdauer bei gleicher und t_2 bei entgegengesetzter Richtung von Spulenfeld und Erdfeld, so gelten die Beziehungen

$$\frac{t_0^2}{t_1^2} = 1 + \frac{H_s}{H} \text{ und } \frac{t_0^2}{t_2^2} = 1 - \frac{H_s}{H}.$$

Die Stärke des Spulenfeldes kann aus der Windungszahl der Spule durch die Beziehung

$$H_s = \frac{4\pi n i}{10} \text{ Gauss}$$

Digitized by Google

ermittelt werden. Damit ist auch H bestimmbar. An derselben Stelle vorgenommene Versuche mit dieser und der Gauss schen Methode lieferten gut übereinstimmende Resultate. Bei Versuchen mit der neuen Methode an verschiedenen Stellen zeigte sich bei guter Übereinstimmung der Beobachtungen unter sich ein deutliches Hervortreten der örtlichen Unterschiede, so daß das beschriebene Instrument auch als Lokalvariometer brauchbar erscheint. Die eine mögliche Fehlerquelle, eine Inhomogenität des Spulenfeldes in der Mitte in Richtung des Durchmessers wurde durch Versuche mit verschieden hoch hängendem Magneten als nicht bestehend nachgewiesen. Auch etwaige Induktionsströme durch die Bewegung des Magneten in der Spule, die als zweite Fehlerquelle in Betracht kommen könnten, waren nicht zu konstatieren.

(Phys. Zeitschr. 18, 402, 1917.)

Chronik.

Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke. Am 16. Februar d. J. hat unter dem Vorsitz des gemeinsamen Vorsitzenden Direktor Ing. Eugen Karel eine außerordentliche Vereinsversammlung der Vereinigung stattgefunden. Der Vorsitzende erstattete einen kurzen Überblick über die wichtigsten Vorkommnisse seit der letzten Vereinsversammlung*), dem folgendes zu entnehmen ist:

Seit der letzten Vereinsversammlung hat die Vereinigung einen Mitgliederzuwachs von 12 Elektrizitätswerken zu verzeichnen. Mit der „Sekuritas Feuer-Versicherungs-Aktien-Gesellschaft" wurde im Sinne der bei der letzten Generalversammlung erhaltenen Ermächtigung das Übereinkommen betreffend Betriebsstillstandsversicherung abgeschlossen. Weiters hat die Vereinigung eine Eingabe an das Handelsministerium in Angelegenheit der Verwendung von Hackethaldraht bei Kreuzungen von Starkstromleitungen mit Schwachstromleitungen gerichtet; seitens des Ministeriums wurden einige Erleichterungen zugestanden. In Angelegenheit des neuen Gesetzes betreffend Dampfkessel, Dampfapparate und sonstige Druckgefäße, ferner Druckbehälter und Kraftmaschinen, wurde eine Eingabe an das k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten gemacht. Der Vorsitzende berichtet auch über die Teilnahme der Vereinigung an den Arbeiten des Komitees für die Elektrisierung der Bahnen, sowie an der Aktion in Angelegenheit des Einfuhrzolles und erwähnt auch der von der Vereinigung in Angelegenheit der Strompreise und weiters der Preisaufzahlungen an Elektrizitätsfirmen veranstalteten Rundfragen. In ausführlicher Weise bespricht zum Schlusse der Vorsitzende die in den verschiedenen Sitzungen des Vorstandes und Ausschusses sowie der Unterausschüsse geleisteten Arbeiten, insbesondere in der Strompreisfrage. Der Bericht des Vorstandes wird einstimmig genehmigt.

Der Vorsitzende wies ferner darauf hin, daß mit Rücksicht auf die Betrauung der Vereinigung mit den Aufgaben eines Kriegs- oder Wirtschaftsverbandes und wegen der bereits erfolgten Gründung einer Vereinigung der ungarischen Elektrizitätswerke**) eine Änderung der Statuten der Vereinigung sich als notwendig erwiesen hat. Als Grundlage der neuen Satzungen sollen die vor den jetzt in Geltung stehenden bestandenen Satzungen dienen, wobei folgende Änderungen beantragt wurden:

Bei dem Zweck und Mittel der Vereinigung soll noch hinzukommen: „die Förderung der österreichischen Elektrizitätswirtschaft überhaupt und die Unterstützung und Organisierung ihrer ordentlichen Mitglieder in allen wirtschaftlichen Fragen". Eine neue Fassung sollen die Bestimmungen erhalten, in welchen festgestellt wird, wer als ordentliches und außerordentliches Mitglied beitreten kann, und zwar soll es in den neuen Satzungen heißen: „Ordentliche Mitglieder können werden: Österreichische Elektrizitätsunternehmungen, das sind Unternehmungen zur Erzeugung oder Verteilung elektrischer Energie zum Zwecke der Abgabe an andere sowie österreichische Unternehmungen, welche elektrische Bahnen betreiben. Außerordentliche Mitglieder können werden: *a*) Außerhalb Österreichs befindliche Elektrizitätsunternehmungen sowie außerhalb Österreichs befindliche Unternehmungen, welche elektrische Bahnen betreiben; *b*) Staats-, Landes- und Kommunalbehörden, elektrotechnische Lehranstalten, behördlich autorisierte Ingenieure sowie Personen, die sich auf dem Gebiete der Elektrotechnik oder der Elektrizitätswirtschaft besondere Verdienste erworben haben." Die Bestimmungen der bestehenden Satzungen über die Bildung von Provinzvereinigungen wurden als Punkt 3 wieder aufgenommen. Der Vorstand, welcher sich derzeit aus dem gemeinsamen Vorsitzenden und je einem Vorsitzenden und Vorsitzenden-Stellvertreter einer jeden Sektion zusammensetzt, soll künftighin aus vier Personen bestehen, weiters der Ausschuß statt aus vier aus sechs Mitgliedern. Ergänzt soll der Ausschuß durch die von den Provinzvereinigungen entsendeten Vertreter werden, welch letztere von diesen Vereinigungen selbst zu wählen sind. Bei den Rechten und Pflichten der Mitglieder wurde bei den außerordentlichen Mitgliedern neu aufgenommen, daß diese auf Übersendung der zur Verteilung gelangenden Drucksorten und Mitteilungen nur insoferne ein Recht haben, „soweit sie nicht für ordentliche Mitglieder allein bestimmt sind". Bezüglich der Bezahlung des Mitgliedsbeitrages wurden die Bedingungen des letzten Statutes aufgenommen, in welchem eine Ermäßigung des Mitgliedsbeitrages für Werke unter 200 kW enthalten ist und gleichzeitig auch für Mitglieder mit mehr als vier technisch unabhängigen Werken nur eine Ergänzung des Mitgliedsbeitrages festgelegt erscheint. Die übrigen Änderungen betreffen die Abänderung von „Generalversammlung" in „Vereinsversammlung", „Sonderausschuß" bezw. „Komitee" in „Unterausschuß", „Rechnungsrevisoren" in „Rechnungsprüfer", „Statuten" in „Satzungen".

Die Anträge auf Umänderung der Satzungen samt zwei Zusatzanträgen wurden einstimmig genehmigt.

Der Vorsitzende benutzte nun diesen Anlaß, um von den ungarischen Elektrizitätswerken Abschied zu nehmen, bittet diese aber auch gleichzeitig, der Vereinigung als außerordentliches Mitglied weiter anzugehören. Hierauf erwidert Herr Generaldirektor Stark, der sich auch nach wie vor ein gedeihliches Einvernehmen erhofft.

Bei den hierauf eingeleiteten Wahlen wurde Direktor Ing. Karel (Wien, Städtische Elektrizitäts-Werke) zum Vorsitzenden, Generaldirektor Ing. Egger (Wien, Vereinigte Elektrizitäts-Gesellschaft), Direktionsrat Ing. Beron (Wien, Städtische Elektrizitäts-Werke) und Direktor Ing. Pichler (Weiz) zu Stellvertretern gewählt.

Der Vorsitzende leitete hierauf die Debatte über den Entwurf, betreffend das Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft ein. Die in der sich anschließenden Diskussion entwickelten Gesichtspunkte faßte er wie folgt zusammen:

1. Bei den Mitgliedern der Vereinigung ist eine Rundfrage zu veranstalten, um zu erfahren, welche Abänderungen des Gesetzentwurfes gewünscht werden.

2. Es ist ein Unterausschuß zu wählen, welcher das Gesetz detailliert durchberatet.

3. Über die bei der Versammlung zutage getretene Ansicht über den Gesetzentwurf ist in den Tageszeitungen und den Fachzeitschriften eine Veröffentlichung zu veranstalten.

4. Seitens des Vorstandes und Unterausschusses ist mit den Abgeordneten Fühlung zu nehmen, behufs Veranlassung einer Enquête im Parlamente.

Die Wahl des Unterausschusses (Karel, Egger, Beron, Kallir, Dr. Stöger, Altmann, v. Heider, Perg) wurde hierauf vorgenommen.

Der Vorsitzende referierte sodann über die Betrauung der Vereinigung mit den Aufgaben eines Kriegs- oder Wirtschaftsverbandes (RGBl. Nr. 471 vom 4. Dezember 1917) und die Vertretung der Vereinigung in dem als Beirat des Generalkommissariates für Kriegs- und Übergangswirtschaft errichteten Hauptausschuß für Kriegs- und Übergangswirtschaft. (RGBl. Nr. 137 vom 30. März 1917, § 5.) Im Falle dieser Betrauung wird der Versitzende und ein zweiter Vertreter der Vereinigung in dem als Beirat des Generalkommissariates für Kriegs- und Übergangswirtschaft errichteten Hauptausschuß beruten werden, wobei die Vereinigung das Recht haben wird, drei Herren der Vereinigung dem Handelsministerium behufs Auswahl dieses zweiten Vertreters namhaft zu machen. Für diesen zu erstattenden Vorschlag wurden seitens der Versammlung drei Vertreter von privaten Elektrizitätswerken ausgewählt, da der Vorsitzende einem städtischen Werk angehört. Es werden somit im Hauptausschusse, falls die Betrauung der Vereinigung mit den Aufgaben eines Kriegs- und Wirtschaftsverbandes erfolgt, sowohl die öffentlichen als auch privaten Unternehmungen vertreten sein.

Direktionsrat Beron besprach im Anschlusse an den bei den Mitteilungen des Vorstandes bereits vorgebrachten Bericht in Angelegenheit des neuen Dampfkesselgesetzes die von dem Bunde österreichischer Industrieller einberufene Enquête, insbesonders über die Beantwortung des aufgestellten Fragebogens sowie über den Beschluß, daß der ausgearbeitete Gesetzentwurf abänderungsbedürftig ist und die Regierung zu ersuchen wäre, einen aus den in Betracht kommenden Vertretern bestehenden Ausschuß einzusetzen, der den Entwurf eines entsprechenden Gesetzes auszuarbeiten hätte. Es soll auch ein dem Ministerium für

*) Siehe E. u. M. 1917, Seite 245.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 4, Seite 47.

Digitized by Google

öffentliche Arbeiten unterstellter Beirat geschaffen werden, dem Verordnungen und Erlässe vor ihrer Inkrafttretung zur Begutachtung vorgelegt werden sollen.

Direktionsrat Beron berichtete weiters über die Aktion des Reichsvereines elektrotechnischer Firmen in Zollangelegenheiten, an der außer Vertretern der Vereinigung auch Vertreter österreichischer Installationsfirmen sowie der Genossenschaft konzessionierter Elektrotechniker teilgenommen haben. Die außerordentliche Vereinsversammlung beschloß die weitere Verfolgung dieser Angelegenheit dem Ausschusse zu überlassen.

Oberinspektor Spitzer erstattet ein eingehendes Referat über das neue Gesetz, betreffend die Kohlensteuer; es wurde beschlossen, diese Angelegenheit bei der nächsten Vorstands- und Ausschußsitzung weiter zu besprechen.

Direktorstellvertreter Kallir legte eine von ihm und Generaldirektor Egger ausgearbeitete Preisklausel für Konzessionsverträge vor.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationskraftmaschinen.

Die von Antonio Carbone und Carlo Paccagnini in Mailand in Vorschlag gebrachte Anordnung des kreisenden Kolbens für umsteuerbare Kraftmaschinen hat den Zweck, die kreisenden Teile in irgendwelcher Stellung derart im Gleichgewicht halten zu können, daß ununterbrochen eine gleichbleibende Kraftübertragung auf die Kraftmaschinenwelle erzielt wird. Zu diesem Behufe besitzt der Kolben einen durch die Zylinderachse laufenden Längskanal, in dem in Übereinstimmung mit der Zylinderachse als Drehachse ein doppelarmiger Hebel gelagert ist, an dessen Enden je ein Hebel angelenkt ist, wobei das Ende des einen Hebels gelenkig mit einem sich in dem Kanal radial einstellenden Gegengewicht verbunden ist, während der andere Hebel an der die Energie des Treibmittels aufnehmenden und auf der Zylinderlauffläche gleitenden Leiste angelenkt ist (D. R. P. Nr. 290 043.)

Bei der von Stefan Duchowski in Posen gebauten Kapselmaschine, die dem Wesen nach aus einem kreisenden Gehäuse und einer in diesem exzentrisch angeordneten Kolbentrommel mit mehreren Kolbenflügeln besteht, wird die Drehung des Gehäuses durch die Kolbentrommel mittels der Kolbenflügel bewirkt, von denen immer nur einer jeweilig das Gehäuse mitnimmt, während die anderen außer Eingriff sind. Die hohle, feste Achse ist im Innern des kreisenden Gehäuses zu einem walzenförmigen, exzentrischen Körper ausgebildet, um den die Kolbentrommel kreist. Zwischen dieser und dem Mantel befinden sich mehrere plattenförmige Kolbenflügel, die in der Kolbentrommel drehbar und im Mantel drehbar und verschiebbar angeordnet sind. An den Enden der Kolbenflügel angebrachte Nocken stoßen gegen die Führungen im Mantel an, wodurch die Drehung von Kolbentrommel und Mantel voneinander abhängig wird. (D. R. P. Nr. 292 714.)

Eine weitere Ausgestaltung der oben beschriebenen Kapselmaschine besteht darin, daß die Kolbenflügel keine Nocken besitzen, mittels deren die Drehung von Mantel und Kolbentrommel bewirkt wird, sondern daß einer der Kolbenflügel an beiden Enden mit einem Gelenkbolzen versehen ist, von denen der eine im Mantel, der andere in der Kolbentrommel drehbar gelagert ist. Die Drehung der Kolbentrommel durch den Mantel wird daher nur von dem einen Kolbenflügel zwangläufig bewirkt, wogegen die anderen Kolbenflügel in den Führungen des Mantels frei gleiten. (D. R. P. Nr. 297 720.)

Heinrich Rother in Lehe a. d. Weser benutzt bei den bekannten Maschinen mit zwei mit verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten kreisenden Kolben, von denen der eine abwechselnd das Widerlager für den anderen bildet, zur Umsetzung der ungleichförmigen Bewegung der Kolben auf eine gleichförmig kreisende Antriebswelle die bekannten Eigenschaften der kardanischen Kupplung bei stumpfwinkeliger Anordnung der Wellen. Die beiden mit den Kolben verbundenen, konzentrisch ineinander liegenden, mit verschiedener Geschwindigkeit kreisenden Wellen tragen an ihrem Ende konzentrisch ineinander angeordnete Kreuzgelenke, die ihre Bewegung auf zwei konzentrisch ineinander liegende Hälften entsprechender Kreuzgelenkkupplungen übertragen. Diese greifen an zwei miteinander starr gekuppelte Wellen an, die die Treibwelle darstellen. (D. R. P. Nr. 298 349.)

Hugo Heinrich in Zwickau i. Sa. hat eine Dichtung für Maschinen mit kreisenden Kolben mit Eckendichtung durch Winkelstücke angegeben, die dem Wesen nach darin besteht, daß die Winkelstücke in Nuten auf den unter Federdruck stehenden Dichtungsleisten unmittelbar aufruhen und infolgedessen von diesen in der Richtung der Winkelschenkel angedrückt werden. (D. R. P. Nr. 295 883).

Die Erfindung von Walther Schmied in Egnach (Schweiz) betrifft eine Seitenabdichtung für Vielzellenmaschinen. Hiebei sind in bekannter Weise in Schlitzen einer sich im Gehäuse exzentrisch drehenden Walze Arbeitsschieber angeordnet, die mit dem Maschinengehäuse in steter Berührung bleiben. Zwischen dem Gehäusedeckel und der Walzenstirnwand bleibt ein Spalt übrig. Um einen dichten Abschluß dieses Spaltes zu erhalten, sind zwischen den Arbeitsschiebern in Nuten der Walze Dichtungsringsegmente vorgesehen, die nach der Erfindung trapezförmigen Querschnitt besitzen, mit ihrer breiteren Grundfläche gegen den Gehäusedeckel gewendet sind und ihre geneigte Seite nach außen liegen haben. Die Segmente gehen durch zwischen den Hauptschiebern angeordnete Hilfsschieber hindurch und begrenzen deren Hub derart, daß die Hilfsschieber unter dem Einfluß der Fliehkraft nur wenig über die Oberfläche der Walze hervortreten können. (D. R. P. Nr. 292 591.)

Von neueren Rotationsmaschinen, die hauptsächlich als Gaskraftmaschinen Verwendung finden sollen, seien folgende erwähnt:

Charles Walter Morgan in Racine (Ver. St. v. A.) baut eine Verbrennungskraftmaschine mit kreisender Trommel, die mit radial beweglichen Schiebern und Zündplatten ausgestattet ist, wobei die Schieber nur auf der Füll- und Verdichtungsseite als Kolben wirken, auf der Expansions- und Auspuffseite hingegen ausgeschaltet sind, hier aber dafür die Zündplatten als Kolben wirken. (D. R. P. Nr. 296 378.)

Die Verbrennungskraftmaschine mit in einer Trommel verschiebbar angeordneten kreisenden Kolben nach Winfried Draeger in Berlin-Friedenau zeichnet sich dadurch aus, daß sich der Verdichtungsdruck durch geringe Veränderungen der Kolbentrommel auf jedes beliebige Maß steigern läßt, ohne daß der Inhalt des Ansauge- und Verbrennungsraumes dadurch besonders beeinflußt wird. Die Trommel dreht sich in einem ovalen Gehäuse und berührt deren Wand in zwei Totpunkten, wodurch der Gehäuseinnenraum in einen unteren, den Saug- und Verdichtungsraum, und in einen oberen, den Verbrennungs- und Ausstoßraum, geteilt wird. Die in der Trommel radial verschiebbar angeordneten Kolben sind in zwei Gruppen geteilt. Jeder Kolben der einen Gruppe bildet mit dem benachbarten Kolben der anderen Gruppe ein Kolbenpaar. Zwischen den beiden Kolben eines jeden Paares ist die Trommel abgeflacht. Die zwangläufige Führung der Kolben erfolgt durch Zapfen in Nuten der beiden Gehäusedeckel. Diese Nuten sind so geformt, daß in der oberen Gehäusehälfte die Kolben der einen Gruppe an der Gehäusewand anliegen, die Kolben der anderen Gruppe dagegen in die Trommel zurückgezogen sind, und in der unteren Gehäusehälfte das Umgekehrte der Fall ist. Um den Verdichtungsdruck zu erhöhen, ist es nur nötig, die Trommelabflachung zwischen zwei benachbarten Kolben zu verringern oder die Trommel gegen eine andere auszuwechseln, bei der der Winkel zwischen den Kolben der beiden Gruppen verkleinert ist. (D. R. P. Nr. 294 226.)

Personalnachricht.

Hofrat Ing. **Otto Kunze** ist zum Ministerialrat im Ministerium für öffentliche Arbeiten ernannt worden.

Vereins-Nachrichten.

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen.

(Herausgabe eines Auszuges über die Hochspannungsvorschriften für Betriebsstätten.)

Der Elektrotechnische Verein in Wien hat einen die Vorschriften für Hochspannungsbetriebsstätten enthaltenden Auszug aus den „Sicherheitsvorschriften“ herausgegeben, welcher von einem Redaktionskomitee, bestehend aus den Herren Hofrat Professor Ing. C. Hochenegg und Ziviling. J. Perl, verfaßt worden ist.

Diese „Hochspannungsvorschriften für Betriebsstätten“ sind in Plakatformat und als Heftchen erschienen. Das Plakat ist zum Aushängen in den Betriebsräumen bestimmt, wie dies im II. Teil der „Sicherheitsvorschriften“ vorgeschrieben ist. Das Heftchen ist für Instruktionszwecke geeignet; auch wird es zur Bestätigung der Kenntnisnahme dieser „Vorschriften“ durch das Betriebspersonal im Sinne der bezüglichen Bestimmung des II. Teiles der „Sicherheitsvorschriften“ Verwendung finden können.

Der Preis beträgt für das Plakat, gefalzt, K 1·70, gerollt, K 2.—, für das Heftchen K 1.— (einschließlich Portoauslagen).

Die Vereinsleitung.

Vorträge.

Mittwoch den 3. April 1918, **halb 7 Uhr** abends im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, I, Eschenbachgasse 9, Vortrag des Herrn Dr. Gustav Grossmann über „Strahlung, Elektrizität und Materie“. (Mit Lichtbildern.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
7. April 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 14.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Berechnung der Stirnstreuung für die Ermittlung der Stromwendespannung bei Gleichstromankern. Von Dr. techn. Franz Unger 161

Arbeitsstromübertragung für Typendruck-telegraphen (Hughes-Betrieb). 165

Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz—Schruns. Von F. Sabetschnig 167

Rundschau 167

Chronik 171

Literatur-Bericht 171

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Berechnung der Stirnstreuung für die Ermittlung der Stromwendespannung bei Gleichstromankern.

Von Dr. techn. **Franz Unger**, Charlottenburg.

Über die Berechnung der Stromwendespannung bei Kommutatormaschinen haben die hervorragendsten Elektrotechniker schon so viel Ausführliches geschrieben, daß man dieses Kapitel der Elektrotechnik als abgeschlossen betrachten kann, wenigstens dann, wenn man die Stromwendespannung und ihre Begrenzung wirklich als Kriterium für den funkenfreien Gang einer Maschine betrachtet. Bei der Berechnungsweise dieser Spannung klafft aber noch eine kleine Lücke: Die Streuung der Stirnköpfe wurde und wird bisher einfach geschätzt. Wohl hat Arnold den Versuch unternommen, diese Streuung auf einfache Weise rechnerisch zu ermitteln, doch denkt er sich dabei die Stirnköpfe unter 45° abgekröpft, demnach wäre das Verhältnis der Länge eines Stirnkopfes zur Polteilung $= \sqrt{2} = 1{\cdot}42$, während dieses Verhältnis in Wirklichkeit zwischen 1·2 und 1·45 schwankt. Die Hobartschen Werte sind aus vielen Versuchen ermittelte gute Mittelwerte. Beide Methoden geben demnach für alle Maschinen die gleichen Streuungswerte pro cm Leiterlänge.

Im nachstehenden soll versucht werden, eine etwas genauere Berechnungsweise einzuführen, die es ermöglicht, für jede Maschine die Streuleitfähigkeit der kurzgeschlossenen Wickelköpfe mittels einer einfachen Rechenschieberrechnung zu bestimmen, oder den betreffenden Wert direkt aus einer Kurvenschar abzugreifen.

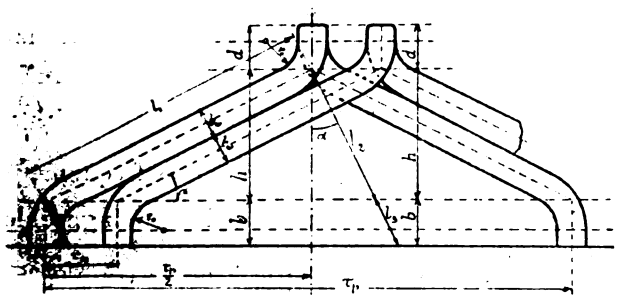


Abb. 1. Schema eines Spulenkopfes.

In Abb. 1 ist ein Wickelkopf in abgewickeltem Zustande gezeichnet. Die Polteilung in halber Nuthöhe sei mit τ_p, die Länge einer Stirnverbindung mit l_s bezeichnet. Wir bezeichnen die Nutenteilung mit τ_n, die Nutenbreite mit b_n, das Nutenverhältnis mit v_n, so erhalten wir die Beziehung:

$$v_n = \frac{b_n}{\tau_n}.$$

Aus der Abb. 1 sind weiters noch die Hilfsgrößen l_1, l_2, l_3, h, b und d zu entnehmen. Der Neigungswinkel α bestimmt sich aus der Überlegung heraus, daß die einzelnen Wickelköpfe nebeneinander Platz finden müssen. Bezeichnen wir die Breite eines Wickelkopfes samt dem in der Praxis gebräuchlichen „Zuschlag" mit b_w, so finden wir den Winkel α nach Abb. 2 wie folgt:

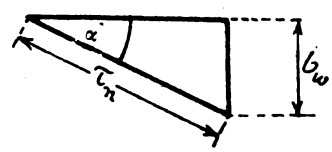


Abb. 2. Beziehungen für α.

$$\sin\alpha = \frac{b_w}{\tau_n} = v_w \quad \ldots \quad 1).$$

Wir erhalten daraus weiter:

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{b_w}{\tau_n}\right)^2} = \sqrt{1-v_w^2} \quad 2).$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{\left(\frac{b_w}{\tau_n}\right)}{\sqrt{1-\left(\frac{b_w}{\tau_n}\right)^2}} = \frac{v_w}{\sqrt{1-v_w^2}} \quad \ldots \quad 3).$$

Wir wollen v_w das „Neigungsverhältnis" nennen. Die Längen l_1, l_2, l_3 und h ergeben sich nach Abb. 1 wie folgt:

$$l_1 = \frac{\tau_p}{2\cos\alpha} = \frac{\tau_p}{2\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{\tau_p}{2\sqrt{1-v_w^2}} \quad \ldots \quad 4),$$

$$l_2 = l_1 \operatorname{tg}\alpha = \frac{l_1 v_w}{\sqrt{1-v_w^2}} = \frac{\tau_p v_w}{2(1-v_w^2)} \quad \ldots \quad 5),$$

$$l_3 = \frac{h}{\cos\alpha} = \frac{h}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{h}{\sqrt{1-v_w^2}} \quad \ldots \quad 6),$$

$$h = \frac{\tau_p}{2}\operatorname{tg}\alpha = \frac{\tau_p v_w}{2\sqrt{1-v_w^2}} \quad \ldots \quad 7).$$

Bei diesen Bestimmungen wurde, wie ja auch aus Abb. 1 hervorgeht, Durchmesserwicklung vorausgesetzt, die Ankerschablonen umspannen somit ungefähr eine ganze Polteilung.

Die Länge eines Wickelkopfes erhält man bei Vernachlässigung der Krümmungen nach Abb. 1 als:

$$l_s = 2(l_1 + b + d) \quad \ldots \quad 8).$$

Es ist das die in der Praxis ja allgemein gebräuchliche Art der Bestimmung der Leiterlänge. Setzen wir Gleichung 4) in Gleichung 8) ein, so können wir auch schreiben:

$$l_s = \frac{\tau_p}{\sqrt{1-v_w^2}} + 2(b+d) \quad \ldots \quad 8a).$$

Für die meisten Maschinen ist $b \cong d$, also wird

$$l_s = \frac{\tau_p}{\sqrt{1-v_w^2}} + 4b \quad \ldots \quad 9).$$

Für eine erste Annäherung ist weiters $b_w \cong b_n$, da ja meist eine eigene Nutenisolation aus Preßspan

Digitized by Google

oder Glimmer vorhanden ist. Dann erhalten wir für l_s den Ausdruck:

$$l_s \cong \frac{\tau_p}{\sqrt{1 - \varepsilon_n^2}} + 4\,b \quad \ldots\ldots\ldots 10)$$

und

$$l_s = l + b + d \cong \frac{\tau_p}{2\sqrt{1 - \varepsilon_n^2}} + 2\,b \quad 11).$$

Die Gleichungen 10) und 11) dürfen natürlich nur für eine erste Annäherung gebraucht werden, um die beiläufigen Abmessungen einer Maschine zu ermitteln, da mit Rücksicht auf die Ventilation usw. b_w in Wirklichkeit nicht genau gleich b_n sein kann.

Berechnung der Streufelder.

Um einen funkenfreien Gang der Maschine zu gewährleisten, müssen wir den Nachweis führen, daß der höchste Wert, den die Stromwendespannung erreichen kann, noch unterhalb der Funkengrenze liegt. Auch für die Berechnung der Wendepole ist dieser höchste Wert maßgebend. Der ungünstigste Fall, bei dem die meisten Streulinien entstehen, ist der, daß sich alle unter einer Bürste kurzgeschlossenen Leiter in einer Schablone neben- bezw. übereinander befinden. Liegen die kurzgeschlossenen Leiter in zwei Schablonen, so übergreifen sich ihre Felder und dämpfen sich teilweise gegenseitig ab. Für den Höchstwert der Stromwendespannung ist natürlich die größte kurzgeschlossene Windungszahl einzusetzen.

Bezeichnet man mit w die Anzahl der Windungen pro Lamelle, mit b' die Bürstenbreite, mit τ_k die Kommutatorteilung, so erhalten wir die größte kurzgeschlossene Windungszahl:

$$w_k = w\left(\frac{b'}{\tau_k} + 1\right) \quad \ldots\ldots 12).$$

Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei hier darauf hingewiesen, daß die Höchstzahl der in einer Nut befindlichen kurzgeschlossenen Leiter $2\,w_k$ sein muß, wenn die Zahl der Leiter in einer Nut z_n größer ist als $2\,w_k$, weil ja in derselben Nut sich die Schablone befinden kann (Unterstab), deren Leiter gleichzeitig von der Nachbarbürste kurzgeschlossen sind. In einem Stirnkopfe, dessen Leiterzahl größer als w_k ist, befinden sich dann w_k kurzgeschlossene Leiter, weil die Unterstäbe einer und derselben Nut zu einer anderen Schablone gehören. Ist die Zahl der Leiter in einer Nut kleiner als $2\,w_k$, so muß auch die Leiterzahl einer Schablone kleiner sein als w_k und die kurzgeschlossenen Leiter verteilen sich dann auf mindestens zwei benachbarte Wickelköpfe. In letzterem Falle würde die nachfolgende Rechnung zu hohe Werte ergeben, das ist aber ein Fall, der bei modernen Maschinen mit schmalen Bürsten fast nie vorkommt.

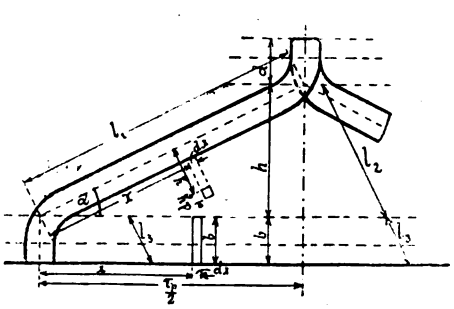


Abb. 3. Streufelder für den Spulenkopf.

Stellen wir uns in den Abb. 3 und 4 den Verlauf der von einem Wickelkopfe erzeugten Streufelder dar, so können wir ein „inneres“ und zwei „äußere“ Streufelder unterscheiden. Das „innere“ Feld entsteht innerhalb des kurzgeschlossenen Bündels. Wir nehmen dabei an, daß die kurzgeschlossenen Stäbe einer Spulenseite unmittelbar neben- und aufeinanderliegen. Wir wollen uns weiters das Bündel zylindrisch denken und bezeichnen mit r den äquivalenten Radius, der sich aus der Beziehung finden läßt:

$$\pi \cdot r^2 = q_k \quad 13),$$

wobei q_k die gesamte Querschnittsfläche der höchstens in einem Wickelkopfe befindlichen kurzgeschlossenen Leiter bedeutet. Bezeichnen wir mit q den Querschnitt eines Leiters, mit $\varkappa$ den Kupferfüllfaktor des isolierten Leiters, so erhalten wir für q_k den Ausdruck:

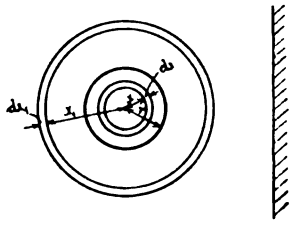


Abb. 4. Inneres und äußeres Streufeld.

$$q_k = w_k \cdot \frac{q}{\varkappa} = w\left(\frac{b'}{\tau_k} + 1\right)\frac{q}{\varkappa} \quad \ldots 14).$$

Somit ergibt sich der äquivalente Halbmesser:

$$r = \sqrt{\frac{q_k}{\pi}} = \sqrt{\frac{q\,w}{\varkappa}\left(\frac{b'}{\tau_k} + 1\right)} \quad \ldots 15).$$

Wir wollen nun zunächst das „innere“ Streufeld Φ_1 berechnen, das sich innerhalb des Leiterquerschnittes ausbildet, also von der Achse des Leiterbündels bis zum Halbmesser r. Es sollen dabei gleich die Felder für beide Wickelköpfe der Schablone berechnet werden, somit ergibt sich:

$$d\,\Phi_1 = 0{\cdot}4\,\pi\,a\,w_1\,d\,\Lambda_1,$$

wo Λ_1 die magnetische Leitfähigkeit, $a\,w_1$ die magnetomotorische Kraft im Abstande x von der Achse (Abb. 4) bedeuten. Gleichmäßige Verteilung der Einzelströme auf den gesamten Leiterquerschnitt vorausgesetzt, erhalten wir:

$$a\,w = \frac{x^2}{r^2}\,\mathrm{AW},$$

wo AW die gesamte magnetomotorische Kraft des kurzgeschlossenen Leiterbündels bedeutet. Aus Abb. 4 erhalten wir:

$$d\,\Lambda_1 = l_s\frac{d\,x}{2\,\pi\,x}$$

für die Grenzen $x_1 = 0$; $x_2 = r$. Somit ist

$$d\,\Phi_1 = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\,l_s\frac{x^2}{r^2}\frac{d\,x}{2\,\pi\,x} \quad \ldots\ldots 16).$$

Dieser Elementarkraftfluß erzeugt in dem von ihm umschlossenen Teil der Leiter eine Elementarspannung $d\,e_1$

$$d\,e_1 = 2\,\pi\,\nu_k\,w_k\frac{x^2}{r^2}\,d\,\Phi_1 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{Volt} \quad \ldots 17).$$

Hiebei bedeutet ν_k = Kommutatorfrequenz, $w_k\frac{x^2}{r^2}$ die jeweils vom Elementarkraftflusse eingeschlossene Leiterzahl.

Nach dem vorher besprochenen ist

$$\mathrm{AW} = w_k \cdot i = w_k\frac{J_a}{2\,a},$$

wo J_a den Ankerstrom, $2\,a$ die Zahl der parallelen Stromkreise im Anker bedeuten. So ist:

$$d\,e_1 = 2\,\pi\,\nu_k\left(0{\cdot}4\,\pi\frac{J_a}{2\,a}\right)\frac{w_k^2\,l_s}{2\,\pi\,r^4}\,x^3\,d\,x \quad \ldots 17a).$$

Es ergibt sich somit die gesamte durch den Streufluß Φ_1 hervorgerufene Streuspannung e_1 durch Integration von 0 bis r:

$$e_1 = 2\,\pi\,\nu_k\,w_k\left(0{\cdot}4\,\pi\,w_k\frac{J_a}{2\,a}\right)\frac{l_s}{8\,\pi} \cdot 10^{-8}\ \mathrm{Volt} \quad \ldots 18).$$

Digitized by Google

Aus dieser Gleichung können wir einen „äquivalenten" Streufluß bestimmen, wenn wir setzen:

$$e_1 = 2\pi\nu_k w_k . \Phi_1 . 10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18a).$$

Aus dieser Gleichung und der Gleichung 18) ergibt sich also:

$$\Phi_1 = 0{\cdot}4\,\pi . w_k \frac{J_a}{2c} \frac{l_s}{8\pi} = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{l_s}{8\pi} \quad . \quad 19).$$

Von den beiden „äußeren" Streufeldern, die sich um den Wickelkopf herum ausbilden, wollen wir zuerst jenes berechnen, das von den achsialen Teilen der Wickelköpfe erregt, sich ringförmig um diese herum ausbildet. Es entstehen nach Abb. 3 ringförmige Elementarkraftröhren von der achsialen Breite b und der Dicke dx, die den ganzen Raum in der Weite der Schablone, also einer Polteilung ausfüllen. Wir müssen somit diese Elementarkraftröhren von der Oberfläche des Leiterbündels bis zur Weite der Polteilung integrieren. Wir erhalten also:

$$d\Phi_2 = 2 . 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{b\,dx}{2\pi x},$$

wo $x_1 = r$; $x_2 = \tau_p$ die Grenzen bedeuten. Der Faktor 2 wurde eingeführt, weil ja dieselbe Integration auch vom zweiten Schenkel des Wickelkopfes über die Polteilung gemacht werden muß. Integrieren wir und setzen die Grenzen ein, so erhalten wir den Streufluß Φ_2:

$$\Phi_2 = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{b}{\pi}\ln\frac{\tau_p}{r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20).$$

Betrachten wir schließlich den Streufluß, der von den schrägstehenden Teilen der Spulenköpfe in der Länge l_1 (Abb. 3) um das Leiterbündel herum entsteht, so sehen wir, daß wir erst eine ringförmige Elementarkraftröhre von der achsialen Breite dx und der radialen Dicke dy betrachten müssen. Diese Elementarkraftröhren füllen den ganzen Raum von der Oberfläche des Bündels bis zum Ankereisen und in der ganzen Breite von l_1 aus. Streulinien, die durch das Ankereisen verlaufen würden, müßten auch die Feldmagnete schneiden und würden sofort abgedämpft werden. Da beide Schrägseiten des Wickelkopfes die gleichen Streufelder erzeugen, führen wir wieder gleich den Faktor 2 ein. Wir erhalten dann für den Elementarstreufluß $d\Phi_3$ den Ausdruck:

$$d^2\Phi_3 = 2 . 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{dx\,dy}{2\pi y}.$$

Die Grenzen für y sind dann:

$$y_1 = r;\ y_2 = \frac{l_2}{l_1}x + l_3.$$

Integrieren wir nach y, so finden wir

$$d\Phi_3 = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{1}{\pi}\left[\ln\left(\frac{l_2}{l_1}x + l_3\right) - \ln r\right]dx.$$

Die Grenzen für x sind: $x_1 = 0$; $x_2 = l_1$. Wir wollen den Ausdruck unter dem ersten Logarithmus $= z$ setzen, so erhalten wir:

$$\frac{l_2}{l_1}x + l_3 = z;\ x = \frac{l_1}{l_2}(z - l_3);\ dx = \frac{l_1}{l_2}dz.$$

Die Grenzen für z sind dann: $z_1 = l_3$; $z_2 = l_2 + l_3$. Somit:

$$\int_{x_1}^{x_2}\ln\left(\frac{l_2}{l_1}x + l_3\right)dx = \frac{l_1}{l_2}\int_{z_1}^{z_2}\ln z\,dz =$$

$$= \frac{l_1}{l_2}(z_2\ln z_2 - z_2 - z_1\ln z_1 + z_1) =$$

$$= l_1\left[\ln(l_2 + l_3) + \frac{l_3}{l_2}\ln\frac{l_2 + l_3}{l_3} - 1\right],$$

$$\ln r\int_{x_1}^{x_2}dx = l_1\ln r.$$

Wir erhalten somit den Streufluß Φ_3 als:

$$\Phi_3 = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{l_1}{\pi}\left[\ln\frac{l_2 + l_3}{r} + \frac{l_3}{l_2}\ln\frac{l_2 + l_3}{l_3} - 1\right] 21).$$

In dem schmalen Spalte der Kröpfung zwischen Ober- und Unterstab kann nur ein sehr kleines äußeres Streufeld entstehen, das man gegenüber den drei berechneten Streufeldern ruhig vernachlässigen kann. Wir erhalten demnach das gesamte von beiden Wickelköpfen erzeugte Streufeld Φ_s als die Summe der drei berechneten Teilfelder.

$$\Phi_s = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3.$$

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\left[\frac{l_s}{8\pi} + \frac{b}{\pi}\ln\frac{\tau_p}{r} + \right.$$
$$\left. + \frac{l_1}{\pi}\left(\ln\frac{l_2 + l_3}{r} - \frac{l_3}{l_2}\ln\frac{l_2 + l_3}{l_3} - 1\right)\right] \quad . \quad 22).$$

Nach Gleichung 8) erhalten wir, wenn wir $b = d$ setzen

$$l_1 = \frac{l_s}{2} - 2b = \frac{l_s - 4b}{2} \quad . \quad . \quad . \quad 23).$$

Aus den Gleichungen 4), 5) und 6) erhalten wir weiters:

$$l_2 + l_3 = l_1\,\mathrm{tg}\,\alpha + \frac{b}{\cos\alpha} = \frac{l_1\sin\alpha + b}{\cos\alpha} \quad . \quad 24),$$

$$\frac{l_s + l_3}{l_3} = \frac{l_1\sin\alpha + b}{r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25),$$

$$l_1\frac{l_3}{l_2} = \frac{b}{\sin\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26).$$

Setzen wir diese Ausdrücke in Gleichung 22) ein, so erhalten wir:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{1}{2\pi}\left\{l_s\left[\ln\frac{(l_s - 4b)\sin\alpha + 2b}{r} - \right.\right.$$
$$\left. - \ln 2 - \ln\cos\alpha - 0{\cdot}75\right] +$$
$$\left. + 2b\left[\ln\frac{\tau_p}{r} + \left(\frac{1}{\sin\alpha} - 2\right)\ln\frac{(l_s - 4b)\sin\alpha + 2b}{r} + \right.\right.$$
$$\left.\left. + 2\ln 2 + 2\ln\cos\alpha + 2 - \frac{1}{\sin\alpha}\ln\frac{b}{r}\right]\right\} \quad 27).$$

Aus Gleichung 4) findet man:

$$\cos\alpha = \frac{\tau_p}{2l_1} = \frac{\tau_p}{l_s - 4b},$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \frac{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2}}{l_s - 4b},$$

$$\frac{(l_s - 4b)\sin\alpha + 2b}{r} = \frac{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2} + 2b}{r} \quad 28).$$

$$\frac{1}{\sin\alpha} - 2 = \frac{l_s - 4b - 2\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2}}{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2}} \quad 29).$$

Eingesetzt in Gleichung 27) erhalten wir:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,\mathrm{AW}\frac{2{\cdot}3}{2\pi}\left\{l_s\left[\log\frac{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2} + 2b}{r} + \right.\right.$$
$$\left. + \log\frac{l_s - 4b}{\tau_p} - 0{\cdot}628\right] +$$
$$+ 2b\left[\log\frac{\tau_p}{r} - \frac{l_s - 4b}{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2}}\log\frac{b}{r} + \right.$$
$$+ \frac{l_s - 4b - 2\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2}}{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2}}\log$$
$$\left.\left.\frac{\sqrt{(l_s - 4b)^2 - \tau_p^2} + 2b}{r} - 2\log\frac{l_s - 4b}{\tau_p} + 1{\cdot}473\right]\right\} \quad 30).$$

Digitized by Google

Für die Anforderungen der Praxis ist diese Gleichung viel zu umständlich und unhandlich, es soll daher in nachstehendem versucht werden, eine Vereinfachung zu erzielen, die aber immer noch eine genügende Genauigkeit gewährleistet. Die Länge b schwankt bei ausgeführten Maschinen etwa zwischen den Werten $b = \frac{l_s}{25}$ bis $b = \frac{l_s}{50}$. Würden wir b gegenüber l_s ganz vernachlässigen, so erhielten wir auch schon eine viel einfachere Gleichung für Φ_s, nämlich:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,\frac{2{\cdot}3}{2\,\pi}\,l_s\left(\log\frac{\sqrt{l_s^2-\tau_p^2}}{r}+\log\frac{l_s}{\tau_p}-0{\cdot}628\right).$$

oder wenn wir überall das Verhältnis $\frac{l_s}{\tau_p}$ einführen:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,\frac{2{\cdot}3}{2\,\pi}\,l_s\left(\log\frac{l_s}{r}+\log\sqrt{1-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}+\log\frac{l_s}{\tau_p}-0{\cdot}628\right) \quad 30a).$$

Auch diese Gleichung ist aber noch viel zu lang und umständlich. Wir wollen daher einen anderen Weg einschlagen, indem wir für b einen mittleren Wert einführen. Da wir lieber auf der sicheren Seite bleiben wollen, soll $b = \frac{l_s}{30}$ gesetzt werden. Unter dieser Voraussetzung ist:

$$l_s - 4\,b = \frac{26}{30}\,l_s = 0{\cdot}867\,l_s \quad . \; . \; . \quad 31).$$

$$\sqrt{(l_s-4\,b)^2-\tau_p^2} = \sqrt{0{\cdot}75\,l_s^2-\tau_p^2} = l_s\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2} \quad . \quad 32).$$

$$\sqrt{(l_s-4\,b)^2-\tau_p^2}+2\,b = \frac{l_s}{15}\left[1+15\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}\right] \quad 33).$$

Eingesetzt in Gleichung 30) erhalten wir:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,0{\cdot}366\,l_s\left\{0{\cdot}933\log\frac{l_s}{r}+\frac{0{\cdot}867+13\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}}{15\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}}\log\left[1+15\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}\right]+0{\cdot}8\log\frac{l_s}{\tau_p}-0{\cdot}68\right\} \quad 34).$$

In dieser Gleichung 34) wollen wir nun die Glieder, die das Verhältnis $\frac{l_s}{\tau_p}$ enthalten für verschiedene Werte von $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ ausrechnen, summieren und die gewonnenen Summenwerte in einer Schaulinie in Abhängigkeit von $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ auftragen. Wir bringen also die Gleichung 34) auf die Form:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,.\,0{\cdot}366\,l_s\left\{0{\cdot}933\log\frac{l_s}{r}-0{\cdot}680+f\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)\right\} \quad 34a).$$

$$f\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right) = \frac{0{\cdot}867+13\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}}{15\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}}\log\left[1+15\sqrt{0{\cdot}75-\left(\frac{\tau_p}{l_s}\right)^2}\right]+0{\cdot}8\log\frac{l_s}{\tau_p} \quad . \; 35).$$

Das Verhältnis $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ schwankt für die verschiedenen Maschinen zwischen den Werten

$$\frac{l_s}{\tau_p} = 1{\cdot}2 \text{ bis } \frac{l_s}{\tau_p} = 1{\cdot}45.$$

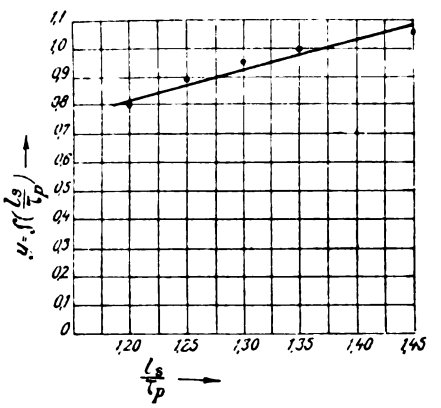


Abb. 5. Die Funktion $f\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$.

Berechnet man nun der Reihe nach für verschiedene Werte von $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ die Funktion $f\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ und trägt die gefundenen Werte dieser Funktion als Ordinaten über $\frac{l_s}{\tau_p}$ als Abszissen auf, so findet man die in Abb. 5 dargestellten Punkte, die man mit genügender Genauigkeit durch eine Gerade verbinden kann. Die Gleichung dieser Geraden lautet:

$$y = f\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right) = 1{\cdot}04\,\frac{l_s}{\tau_p}-0{\cdot}428 \quad . \; . \; . \quad 36).$$

Setzen wir diese Gleichung in Gleichung 34a) ein, so wird:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,l_s\left[0{\cdot}342\log\frac{l_s}{r}+0{\cdot}366\,\frac{l_s}{\tau_p}-0{\cdot}406\right] \quad 37).$$

Durch Vergleichsrechnungen für verschiedene Werte von $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ zwischen 1·20 und 1·45 und verschiedene Werte von $\left(\frac{l_s}{r}\right)$ zwischen 30 und 100 wurde gefunden, daß man mit großer Genauigkeit (größte Abweichung etwa 2%) setzen darf:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,l_s\,0{\cdot}35\,.\left(\log\frac{l_s}{r}+\frac{l_s}{\tau_p}-1\right) \quad . \quad 38).$$

Der Streufluß Φ_s läßt sich auch schreiben:

$$\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,\Lambda_s,$$

wo Λ_s die magnetische Leitfähigkeit der Streuwege der Wickelköpfe bedeutet. Bezeichnet man mit λ_s die magnetische Streuleitfähigkeit pro 1 cm Leiterlänge, so erhält man: $\Phi_s = 0{\cdot}4\,\pi\,AW\,l_s\,\lambda_s$.

Somit ist die Streuleitfähigkeit λ_s pro 1 cm Leiterlänge:

$$\lambda_s = 0{\cdot}35\left(\log\frac{l_s}{r}+\frac{l_s}{\tau_p}-1\right) \quad . \; . \; . \quad 39).$$

Diese Formel dürfte für praktische Rechnungen genügend einfach sein. Da das Verhältnis $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ stets größer als 1 ist, läßt sich $\frac{l_s}{\tau_p}-1$ sofort niederschreiben. Etwas störend wirkt der Logarithmus, den man aber bei einiger Übung sehr schnell mittels Rechenschiebers ermitteln kann. Die Genauigkeit dieser Formel im

Digitized by Google

Vergleiche zur Gleichung 35), wenn man in letztere die genauen Ausdrücke für $y = f\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$ einsetzt, ist sehr groß, die größte Abweichung beträgt weniger als 5%, und zwar gibt die Formel 39) die größeren Werte.

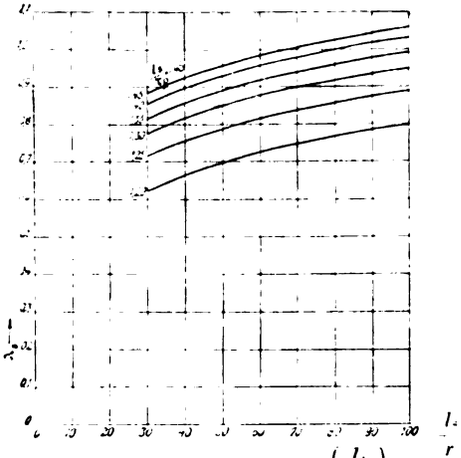


Abb. 6. λ_s als Funktion von $\left(\frac{l_s}{\tau_p}\right)$.

Um auch diese Rechnung zu ersparen und ein Bild über die Zahlengrößen von λ_s zu erhalten, wurden die Schaulinien Abb. 6) berechnet. Als Abszissen wurden die Werte von $\frac{l_s}{\tau}$ aufgetragen, die für die verschiedensten ausgeführten Maschinen zwischen 30 und 100 schwanken, als Ordinaten die Leitfähigkeiten λ_s für verschiedene Werte von $\frac{l_s}{\tau_p}$. Wir finden als kleinsten Wert für λ_s etwa den Wert 0·6, als größten etwa 1·05.

Wir ersehen daraus, daß der in der Praxis häufig gebrauchte Wert $\lambda_s = 0{\cdot}8$ tatsächlich einen guten Mittelwert darstellt, es dürfte sich aber in der Zukunft empfehlen, um unliebsamen Überraschungen im Prüffelde vorzubeugen, die kleine Mühe nicht zu scheuen und entweder die Schaulinien in Abb. 6 oder die Formel 39) zu Rate zu ziehen.

Bei Sehnenwicklung wäre dem Hergange der Ableitungen entsprechend an Stelle von $\frac{l_s}{\tau_p}$ das Verhältnis $\frac{l_s}{\tau_w}$ einzuführen, wo τ_w die Weite der Schablone bezeichnet, die Schaulinien ebenso die Formel für λ_s bleiben dann auch für diesen Fall gültig.

Bei schnellaufenden Maschinen mit Metallkappen oder dicken Stahl- oder Bronzedrahtbandagen über den Wickelköpfen verringern sich natürlich diese Werte für λ_s. Würde man annehmen, daß die Bandagen unmittelbar auf den Wickelköpfen liegen und vollkommene Dämpfung bewirken können, so bliebe nur das „innere" Streufeld Φ_1 übrig, also:

$$\Phi_s = \Phi_1 = 0{\cdot}4\,\pi\,\Lambda W\,\frac{l_s}{8\,\pi}.$$

Die Streuleitfähigkeit pro cm Länge λ_s wäre dann:

$$\lambda_s = \frac{1}{8\,\pi}\,0{\cdot}04.$$

Demnach würde je nach dem Grade der Dämpfung die Streuleitfähigkeit zwischen 0·04 und 1·05 schwanken. Da Versuche hierüber nicht vorliegen und sich die Dämpfung durch Metallkappen rechnerisch nur fallweise und sehr überschlägig ermitteln läßt, können an dieser Stelle nähere Angaben darüber nicht gemacht werden.

Arbeitsstromübertragung für Typendrucktelegraphen. (Hughes-Betrieb.)

Von Dr. techn. **Josef Zelisko** d. z. im Felde.

Unter Voraussetzung eines tadellos arbeitenden Gebers hängt die richtige Zeichenwiedergabe eines Typendrucktelegraphen in letzter Linie vom richtigen gegenseitigen Zeitabstand der im Empfangsamt einlaufenden und den Typendruck auslösenden Stromstöße ab.

Bei gleichbleibender Stellung der Empfängerrelais kann dieser Bedingung nur durch Sicherstellung einer, für alle Zeichen vollkommen gleichartig ansteigenden Stromwelle entsprochen werden, was wiederum einen dauernd gleichartigen elektrischen Zustand der Leitung zur Zeit des Einsetzens der Stromwelle voraussetzt. Theoretisch betrachtet könnte man jeden stabilen Leitungszustand als Grundlage für die Zeichengebung ansehen; praktisch genommen ist jedoch nur jener Leitungszustand zu wählen, der sich in kürzester Zeit mit voller Sicherheit erreichen läßt.

Bekanntlich wird dieser Bedingung am besten durch eine entsprechend lange Erdung der Leitung nach Ablauf eines Zeichens entsprochen. Bei unmittelbar miteinander arbeitenden Ämtern besorgt diese Erdung der Geber bezw. Empfänger, indem diesen beiden Apparaten genügend mechanische Energie zugeführt wird, um diese Erdung zur richtigen Zeit und mit genügendem Kontaktdrucke auszuführen.

Erreicht aber die Leitung eine derartige Länge, daß die Errichtung einer selbsttätigen Übertragung in einem Mittelamte notwendig wird, dann muß diese Erdung innerhalb der Übertragung durch das jeweils einlaufende Zeichen zur genau richtigen Zeit ausgelöst werden. In dieser Aufgabe gipfelt also jede brauchbare Bauart einer Arbeitsstromübertragung für Typendrucktelegraphen.

In der österreichischen Telegraphenverwaltung stand für diese Zwecke bisher die Übertragereinrichtung nach d'Arlincourt in Verwendung, bei welcher außer zwei Linienrelais noch zwei Orts- und zwei sogenannte „Peitschenschlagrelais" im ganzen also sechs Relais zur Anwendung kamen. Abgesehen von der Kostspieligkeit dieser Einrichtung, war die richtige, voneinander abhängige Einstellung der sechs Relais so schwierig, daß die Bedienung nur sehr geschulten Kräften anvertraut werden konnte.

Die im folgenden angegebene Bauweise des Verfassers erreicht das gleiche Ziel mit nur zwei polarisierten oder unpolarisierten Relais, wodurch die Übertragung wesentlich an Einfachheit und Betriebssicherheit gewinnt.

Den Grundgedanken der Bauweise zeigen die Abb. 1. 2 und 3, welche die aufeinanderfolgenden Bewegungszustände eines Relais bei Zeichenempfang und Weitergabe darstellen. Gleichzeitig zeigen diese Abbildungen auch schematisch die Bauart der Relais selbst (Abb. 1 zeigt die Ruhelage).

Mit dem einen Ende der zweiteiligen Wicklung 1, 2, eines gewöhnlichen polarisierten Relais ist die einlaufende Leitung L_1 verbunden, wogegen das andere Ende an Erde gelegt ist. Die Relaiszunge 3 (Hebel) liegt im Ruhezustand auf dem Ruhekontakt 4 und trägt außerdem eine kleine Kontaktschraube 6, die jedoch in dieser Lage die dünne und vollkommen isoliert befestigte Feder 7 noch nicht berührt. Letztere liegt auf der dauernd geerdeten Kontaktschraube 8 auf. Der den Zugenhub begrenzende Arbeitskontakt 5 des Relais ist in üblicher Weise mit der Linienbatterie LB der mit der Relaiszunge verbundenen Leitung L_2 verbunden. Läuft aus der Leitung L_1 ein Zeichen über die Relaiswicklung 1, 2 zur Erde ein, so wird die Relaiszunge 3 vom Ruhekontakt 4 abgehoben und zum Arbeitskontakt 5 überführt. Dabei nimmt die Zunge nacheinander die durch

Digitized by Google

Abb. 1, 2 und 3 dargestellten Stellungen ein, wodurch folgende Schaltungen erreicht werden.

Die Zunge 3 verläßt zunächst den Ruhekontakt 4 und berührt mit Schraube 6 die Feder 7, die aber anfänglich noch nicht von der Kontaktschraube 8 abgehoben erscheint (Stellung der Abb. 2). Die Leitung L_2 ist von da ab durch die Zunge 3, über Kontaktschraube 6, Feder 7, Kontaktschraube 8 an Erde gelegt. Die so eingeleitete Erdung dauert

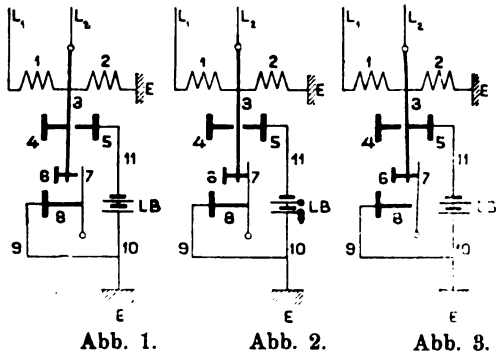


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

nur solange bis die Kontaktschraube 6 die Feder 7 derart durchgebogen hat, daß letztere den Kontakt mit Schraube 8 löst, wodurch nach vorübergehender Entladung der Leitung L_2, dieselbe neuerlich für sehr kurze Zeit isoliert wird, um gleich darauf durch die Zunge 3 an den Arbeitskontakt 5 angeschlossen zu werden. (Abb. 3.)

Insolange in der Wicklung 1, 2, der Linienstrom fließt, insolange verbleibt die Zunge am Arbeitskontakt und gibt ein neues Zeichen in Leitung L_2 ab. In dieser Stellung ist die Zunge von der Erde getrennt, da die Schraube 6 die Feder 7 von der Kontaktschraube 8 abgebogen hält.

Hört die Zeichengebung in Leitung L_1 auf, so verläßt auch die Relaiszunge 3 den Arbeitskontakt, das Zeichen in der Leitung L_2 wird geschlossen und die Zunge begibt sich zum Ruhekontakt 4 zurück, wobei sie wieder unterwegs einmal die durch Abb. 2 gekennzeichnete Stellung annimmt und somit die Leitung L_2 unmittelbar nach der Zeichengebung neuerlich vorübergehend erdet.

Aus der geschilderten Arbeitsweise geht hervor, daß zwei aufeinanderfolgende Zeichen durch zwei aufeinanderfolgende kurze Erdungen getrennt erscheinen und somit der eingangs gestellten Forderung durch die Arbeitsweise des Relais Genüge geleistet wird.

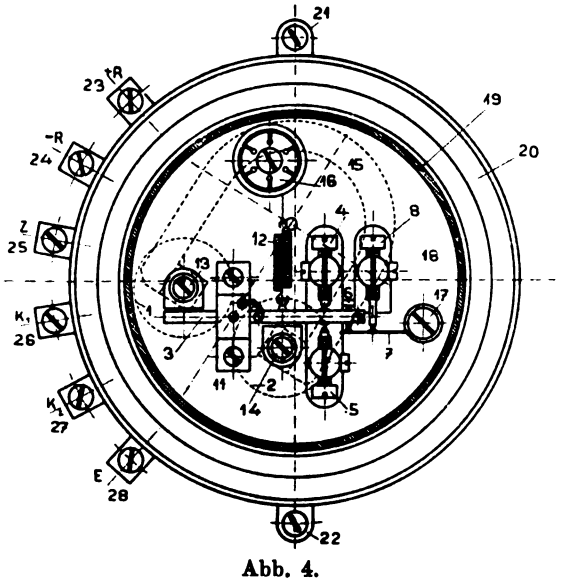


Abb. 4.

Die praktische Ausführung eines solchen polarisierten Linienrelais mit Erdungseinrichtung zeigt die Abb. 4.

In dem zylindrischen Metallgehäuse 19 ist ein horizontaler Messingboden 18 eingesetzt, der alle Einzelheiten des Relais trägt. Unterhalb des Bodens 18 befinden sich die beiden Spulenkerne 13, 14 mit den aufgeschobenen Spulen 1, 2 und dem polarisierenden Dauermagnet 15. Die Spulenkerne durchsetzen den Boden 18 und gehen oberhalb in einseitig abgeflachte Polschuhe über. Gegenüber den Polschuhen liegt in üblicher Weise die eiserne Relaiszunge 3 (Anker), die rechtsseitig verlängert ist und die kleine Kontaktschraube 6 trägt. Die Zunge 3 ist einerseits im Boden 18, andererseits in einem Bügel 11 zwischen Spitzen gelagert. Mit Hilfe der durch die abgebremste Stellschraube 16 einstellbaren Zugfeder 12 wird die Relaiszunge dauernd gegen den isoliert aufgeschraubten Ruhekontakt 4 gedrückt. Dem letzteren gegenüber steht der ebenfalls isoliert aufgeschraubte Arbeitskontakt 5. In der Ruhelage der Zunge liegt auf der Schraube 8 die dünne, mit Platinkontakten versehene Feder 7 die von einer kleinen, isoliert am Boden befestigten Messingsäule 17 getragen wird. Schließlich vermitteln die sechs Apparatklemmen 23 bis 28 am Grundbrette 20 des Relais die Anschlüsse zu den beiden Relaiswicklungen 23, 24 zur Zunge 25, zum Arbeits- 26 und Ruhekontakt 27 und zur geerdeten Klemmenschraube 28.

Das vollständige Bild einer Übertragereinrichtung mit zwei solchen Linienrelais zeigt schematisch die Abb. 5.

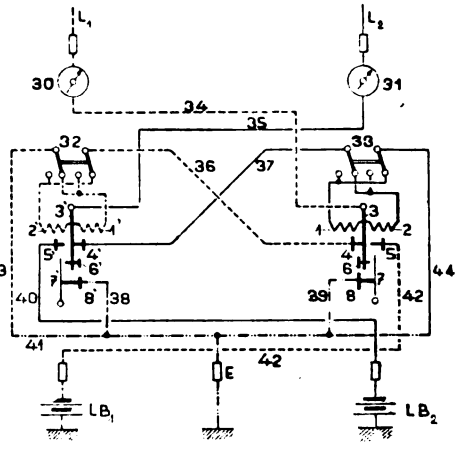


Abb. 5.

Zu den bereits besprochenen Einzelheiten kommen noch je ein Strommesser 30, 31 in jeder Leitung und vor jeder Relaiswicklung ein Stromwender 32, 33 hinzu. Erstere dienen zur Überwachung der Stromverhältnisse in den Leitungen, letztere zur richtigen Einstellung der Stromrichtung in den Relaiswicklungen.

Die wechselseitige Wirkungsweise dieser Schaltung ist folgende:

Läuft auf Leitung L_1 ein Zeichen ein, so geht der Strom aus Leitung L_1 über den Strommesser 30, Leitung 34 zur Relaiszunge 3, über Ruhekontakt 4, Leitung 36, Stromwender 32, Relaiswicklung 1', 2', Leitung 43 zur Erde.

Zunge 3' legt sich unter vorübergehender Erdung der Leitung L_2 (über Leitung 35) gegen den Arbeitskontakt 5' und gibt auf diese Weise aus der Linienbatterie LB_2 einen neuen Stromimpuls in die Leitung L_2 der folgenden Weg nimmt:

Erde, Linienbatterie LB_2, Leitung 40, Arbeitskontakt 5', Relaiszunge 3', Leitung 35, Strommesser 31, Leitung L_2.

In genau gleicher Weise spielt sich der Vorgang bei der Übertragung eines Zeichens von Leitung L_2 auf Leitung L_1 ab.

Diese Übertragereinrichtung steht in den verschiedensten Ämtern Österreichs seit Jahresfrist in Verwendung und hat ohne die geringsten Störungen unausgesetzt tadellos gearbeitet.

Digitized by Google

Kupferausbau der Lokalbahn Bludenz—Schruns.

Von **F. Sabertschnig**, Schruns.

Der Aufforderung der Metallzentrale entsprechend, mußte sich auch die im hochromantischen Montafonertale in Vorarlberg die Station Bludenz der Arlbergbahn mit der Ortschaft Schruns verbindende, seit ihrem Bestande (1905) elektrisch betriebene Lokalbahn mit der Aufgabe befassen, zu ergründen, auf welche Weise aus ihrer Leitungsanlage eine möglichst große Menge von Kupfer ohne Beeinträchtigung ihrer Leistungsfähigkeit entbehrlich gemacht werden könnte.

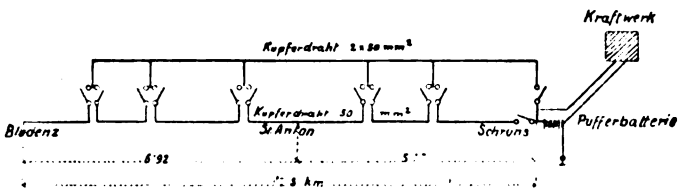


Abb. 1. Leitungsanlage **vor** dem Umbau.

Zur Stromzuführung zu den Fahrbetriebsmitteln dienten bisher ein Fahrdraht und zwei Verstärkungsdrähte von je 50 mm² Querschnitt (Abb. 1). Den Bahnstrom von 680 bis 750 V lieferte das vom Ende 800 m entfernte Wasserkraftwerk in Schruns, da außerdem noch für Beleuchtung und Kraftübertragung Drehstom von 3000 V erzeugt. Für die Bahn waren zwei Gleichstrommaschinen von je 50 kW vorhanden, deren eine mit einer 400 PS-Turbine von 750 U. p. min gemeinsam mit einem Drehstromgenerator von 280 kVA unmittelbar gekuppelt war, während die andere von einer Turbine von 156 PS durch Riemen angetrieben wurde. Eine Maschine genügte für den Betrieb, während die andere einen vollen Ersatz bildete. Unterstützt wurde die Betriebsmaschine durch eine am Bahnende aufgestellte Pufferbatterie von 148 Ah Kapazität. Zur Aufladung wurden die beiden Bahndynamos hintereinander geschaltet, was selbstverständlich nur während der Betriebspausen möglich war. Zur Verbindung zwischen dem Kraftwerk und der Bahn war eine Speiseleitung, und zwar zur Hin- und Rückleitung je zwei Drähte von je 50 mm² zusammen, also 800 m, von 200 mm² vorhanden.

Es kamen zwei Ausführungsmöglichkeiten in Betracht, um Kupfer entbehrlich zu machen. Die eine bestand in der Erhöhung der Fahrdrahtspannung selbst, die aber die Ausrüstung der vorhandenen beiden Motorwagen mit neuen Motoren bedungen und bedeutend höhere Kosten verursacht hätte als die gewählte Art des Umbaues, die bei gleichbleibender Betriebsspannung in der Verschiebung des Ortes des Strombezuges vom Ende der Bahn in deren Mitte besteht (Abb. 2). Es wurde demnach in der Station St. Anton der Bahn, die gleichzeitig ihre einzige Ausweichstelle bildet, ein

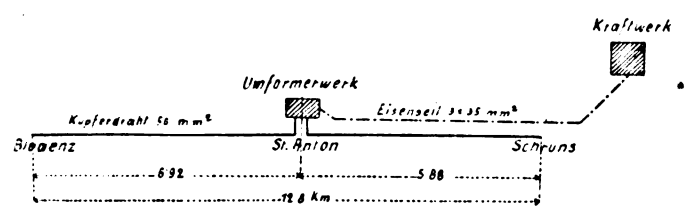


Abb. 2. Leitungsanlage **nach** dem Umbau.

Umformerwerk errichtet, dem Drehstrom aus dem Schrunser Wasserkraftwerk zugeführt wird. Da hiefür nur Eisen zur Verfügung stand, so mußte für die Drehstrom-Fernleitung zur Vermeidung zu hoher Verluste oder allzugroßer Querschnitte eine Übertragungsspannung von 10 000 V gewählt und im Wasserkraftwerk ein Transformator von 250 kVA von 3000 auf 10 000 V aufgestellt werden. Außer dem zum Schalten des Transformators erforderlichen selbsttätigen Höchststromölschalter wurde nur für einen ausreichenden Schutz gegen die störende Einwirkung der Luftelektrizität durch Grobhörner, den sogenannten Sterndreieckschutz und eine Erdungsdrosselspule vorgesorgt. Die drei Hochspannungsdrähte werden in einem kaminartigen Aufbau des Maschinenhauses hochgeführt und daran mittels Tellerisolatoren abgespannt. Von hier führt die Fernleitung aus drei Eisenseilen von je 35 mm² teils zur Vermeidung heikler Kreuzungen mit staatlichen Telephon- und Telegraphenleitungen die Ortschaft umgehend auf eigenem Holzgestänge, größtenteils aber auf dem Bahngestänge selbst bis zum Umformerwerk, woselbst die Einführung der Hochspannungsleitung in gleicher Weise erfolgt, wie im Kraftwerk. Als Umformer wurden solche der Einankerbauart gewählt, und zwar wurden deren zwei mit einer Leistung von je 100 kW bei 1500 U. p. min aufgestellt. Die doppelt so hohe Leistung gegenüber früher ist durch den bis zum Kriegsende währenden Entfall der Pufferbatterie, die zwecks Bleigewinnung ebenfalls abgetreten wird, bedungen. Für jeden Umformer ist zur Herabsetzung der Fernleitungsspannung auf die Schleifringspannung von etwa 450 V je ein Transformator mit Ölkühlung von je 125 kVA vorgesehen. Außerdem sind diese Transformatoren noch mit Anzapfungen auf der Unterspannungsseite versehen, denen Strom von etwa $^1/_8$ der Spannung zum Anlassen der Einankerumformer entnommen wird. Das Anlassen erfolgt in bekannter Weise nach Anlauf des Umformers mit dieser Spannung und Erreichung des Synchronismus durch Umlegen eines dreipoligen Messerschalters, wodurch der Anker an die volle Spannung gelegt wird. Ist zufälliger Weise die Polarität des Gleichstroms verkehrt, so wird der Anker durch Abschalten von der $^1/_8$-Spannung außer Tritt gebracht und dann neuerlich zugeschaltet. Bei einiger Übung gelingt es schon durch einmaliges Ab- und Zuschalten die richtige Polarität zu erreichen.

Hinsichtlich der übrigen Ausrüstung bietet sich nichts besonders Bemerkenswertes. Da die Energie zur Speisung der Bahn denselben Sammelschienen entnommen wird, wie der Beleuchtungsstrom, so machen sich die Belastungsschwankungen der Bahn in einem geringen Zucken und Nachlassen des Lichtes bemerkbar. Obzwar dies kaum störend empfunden wird, wird durch Einbau eines Schnellreglers versucht werden, auch diese geringfügigen Spannungsschwankungen möglichst zu beseitigen.

Der Umbau wurde ohne jegliche Betriebsstörung durch die Betriebsleitung in eigenem Wirkungskreise vollzogen. Der mit Zügen gleichen Gewichtes aufgenommene anstandslose Betrieb rechtfertigt vollauf die Vorausberechnungen hinsichtlich der Wahl der Größe der Umformer, der Übertragungsspannung, Bemessung des Fernleitungsquerschnittes und der Verluste.

Die zum Umbau erforderlichen Maschinen, Spannungswandler und sonstigen Einrichtungsgegenstände wurden von den Österreichischen Siemens-Schuckert-Werken aus Wien bezogen.

Der Ertrag an Kupfer beträgt 11 000 kg und an Blei 8000 kg.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Das Problem zur Deckung der Kriegskosten Deutschlands hat die Aufmerksamkeit zahlreicher Finanzpolitiker um so mehr auf die Kohle gelenkt, als selbst aus den Kreisen der Ingenieure durch eine grundsätzliche Vergasung der Kohle die Gewinnungsmöglichkeit von Nebenprodukten im Werte vieler Milliarden in sichere Aussicht gestellt wurde. Solche Gewinne machten eine hohe Kohlensteuer erträglich die vereint mit staatlichem Verkaufsmonopol wohl als Rückgrat der Schuldentilgung dienen konnte.

Schon im Herbst 1916 hat Landrat a. D. v. Dewitz aus Kohlen-, Gas- und Elektrizitätssteuer eine jährliche Einnahme von etwa 3·8 Milliarden errechnet. Ermöglicht soll diese Steuer werden durch den grundsätzlichen Verzicht auf die unmittelbare Kohlenverfeuerung, an deren Stelle die Vergasung der Kohle treten soll. v. Dewitz glaubt bei dieser Umstellung nicht nur an eine Entlastung der Privatwirtschaft vom steuerlichen Drucke, sondern er erhofft von ihr sogar eine gewaltige Bewegung und Befruchtung der Volkswirtschaft.

Es ist von Interesse, daß jetzt ein Führer auf dem Gebiete der Elektrotechnik, Prof. Klingenberg*), die Gültigkeit dieser Annahmen in Bezug auf die Elektrizitätserzeugung in großen Kraftwerken nachgeprüft hat; beträgt doch in öffentlichen und privaten Kraftwerken zusammen der jährliche Kohlenverbrauch rund 25 Mill. t, das heißt mehr als 13% der deutschen Kohlenerzeugung.

Klingenberg geht in seiner Untersuchung von der Gewinnungsmöglichkeit der Nebenprodukte Teer und Ammoniak bei Entgasung und Vergasung aus und wendet sich dann zu den voraussichtlich hiefür zu erzielenden Preisen. Bei Teer und seinen Derivaten überwog vor dem Kriege die Ausfuhr, eine Erleichterung derselben nach dem Kriege ist nicht zu erwarten. Eine starke Steigung der Erzeugung wird also zunächst für den Inlandsmarkt unbedingt eine preissenkende Tendenz besitzen. Dem gegenüber ist allerdings zu betonen, daß das Gebiet der Tieftemperatur-Teerverwertung noch große Entwicklungsmöglichkeiten aufweist. Namentlich wird die zu erstrebende Unabhängigkeit, von der fast ausschließlich in zurzeit

*) Vortrag, gehalten in der Hauptversammlung des Vereines Deutscher Ingenieure am 24. November 1917; Vgl. E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 19; Heft 6, Seite 68.

Digitized by Google

feindlichen Händen gelegenen Erdölindustrie, der Technik des Generatorbaues ein Sporn sein, den noch zu erfüllenden Bedingungen für den vollwertigen Ersatz von Gasöl und Benzin durch Teerderivate zu genügen.

An Stickstoffverbindungen wies Deutschland im Jahre 1912 den gewaltigen Einfuhrüberschuß von rund 750 000 t im Werte von 165 Mill. Mark auf. Trotz dieser Einfuhr muß die Stickstoffgabe um ein Mehrfaches gesteigert werden, soll dem deutschen Acker dauernd seine hohe Ertragsfähigkeit gewahrt bleiben. Leider wird die dadurch anscheinend gesicherte Möglichkeit eines gewaltigen Absatzes von Stickstoff aus der Kohle bei entsprechenden Preisen durch zwei Faktoren beeinträchtigt. Erstens mangelt es an Phosphorsäure, welche für die Aufnahmetätigkeit des Bodens an Stickstoff bestimmend ist, und zweitens wird das unter Mitwirkung des Reiches im Großen ausgebaute Luftstickstoffverfahren die Preise drücken.

Privatwirtschaftlich betrachtet erschienen also die Aussichten auf Erzielung guter Preise bei einer um das Vielfache gesteigerten Gewinnung von Nebenprodukten keine allzu günstigen. Ein begründetes Urteil aber verlangt eine vergleichende Prüfung.

Klingenberg wählt hiezu ein sehr großes Kraftwerk von 100 000 kW Spitzenleistung. Es liegen damit Verhältnisse vor, welche der Vergasung der Kohle besonders günstig sind, da mit wachsender Größe des Werkes die Aussichten für die wirtschaftliche Gewinnung der Nebenprodukte sich bessern. Die vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung erstreckt sich also auf dieses große Kraftwerk als

A Dampfturbinenkraftwerk mit kohlengefeuertem Kessel.
B „ „ „ gasgefeuertem Kessel und Nebenproduktenanlage.
C Gasmaschinenkraftwerk mit Nebenproduktenanlage.

Das erste überraschende Resultat dieses Vergleiches ist nun die hohe Überlegenheit der Kohlenfeuerung über jede Nebenproduktengewinnung bezüglich des Kohlenverbrauches. Bei der unmittelbaren Verfeuerung steht also den vernichteten, aus der Kohle gewinnbaren Werten die Ersparniss an dieser selbst gegenüber. Das Schlagwort von „Raubbau" ist als solches gekennzeichnet, an seine Stelle tritt die rechnende Arbeit des Wirtschaftstechnikers, der Gewinn und Verlust auf beiden Seiten buchend wägt. Durch den größten Kohlenverbrauch am ungünstigsten schneidet die Dampfturbine mit Nebenproduktenanlage ab, während das Gasmaschinenwerk bei besonders hohem Ausnutzungsfaktor den Vorsprung der unmittelbaren Verfeuerung stark zu verringern vermag.

Klingenberg führt weiter einen Vergleich der jährlichen Betriebskosten für die drei Werke durch, wobei er in den Fällen *B* und *C* die Einnahmen für die Nebenprodukte in Abrechnung bringt.

Durch die Einführung von Kohlenpreisen in dem weiten Spielraum von 0 bis 4 Pfg./10 000 WE gleich 0 bis 28 Mk./t Kohle und von drei Einnahmestufen (Mk. 17·56, Mk. 12, und Mk. 6·44/t Kohle) ergeben sich wirtschaftliche Charakteristiken, welche innerhalb dieser Grenzen eine genaue Bestimmung der Wertigkeit jeder Betriebsart erlauben. Das allgemeine Bild das nun diese Charakteristiken bieten, läßt sich dahin zusammenfassen: Bei hohen und mittleren Kohlenpreisen weist die unmittelbare Verfeuerung eine starke Überlegenheit auf, die selbst bei hoher Einnahme aus den Nebenprodukten erst von guter mittlerer Nutzleistung ab (> 35%) beseitigt wird, bei mittleren Einnahmen aus den Nebenprodukten sich aufrecht erhält, bis die mittlere Nutzleistung eine sehr gute wird (rund 60%) und bei niederem Erlös aus den Nebenprodukten praktisch nicht mehr übertroffen wird.

Die Verfeuerung wird also begünstigt, durch hohe Kohlenpreise, geringen Erlös aus den Nebenprodukten und geringe mittlere Nutzleistung (wie sie tatsächlich in der weitaus überwiegenden Zahl der bestehenden Kraftwerke nur erreicht wird). Umgekehrt wird die Vergasung der Kohle (Gasmaschinenwerk mit Nebenproduktenanlage) umso wirtschaftlicher, je billiger die Kohlenpreise und je höher der Erlös aus den Nebenprodukten, wozu eine hohe mittlere Nutzleistung treten muß. Die wichtigste Erkenntnis besteht darin, daß mit steigenden Kohlenpreisen die Aussichten einer wirtschaftlichen Gewinnung der Nebenprodukte fallen, jede Kohlensteuer also vor Nebenproduktenanlagen warnen muß.

Die wirtschaftliche Gewinnung der Nebenprodukte setzt außer einem guten Erlös für dieselbe eine Belastung voraus, wie sie bisher auch nicht annähernd erreicht wird und nur bei einer Umstellung der Elektrizitätswirtschaft erreicht werden könnte. Diese Umstellung wird ermöglicht durch die Schaffung und Verkupplung von Großkraftwerken*). Dort und nur dort läßt sich unter Übertragung durchlaufender Arbeit auf die mit den niedrigsten Kohlenpreisen arbeitenden Werke ein hoher Belastungsfaktor erreichen.

*) S. Klingenberg „Bau großer Elektrizitätswerke" und „Elektrische Großwirtschaft unter staatlicher Mitwirkung". Vgl. E. u. M. 1916, Seite 355.

Klingenberg errechnet unter Annahme eines Gesamtverbrauches von 10 Milliarden kWh für das Königreich Preußen, daß 2 Milliarden in solchen durchlaufend arbeitenden Großkraftwerken erzeugt werden können, also die hiefür benötigte Kohle zur Gewinnung der Nebenprodukte wirtschaftlich vergast werden könnte. Zu diesen rund 2 Mill. t Kohlen tritt noch die in Zukunft in Kokereien und Gasanstalten zu vergasende Kohlenmenge von annähernd 4 Mill. t und mögen noch 5 Mill. t aus der Industrie abzuspalten sein, somit im Sinne 11 Mill. t, die sich unter gewissen wirtschaftlichen Voraussetzungen an deren Erfüllung man glauben kann, wirtschaftlich auf Gewinnung von Nebenprodukten verarbeiten lassen. Die Möglichkeit einer Erhöhung dieser Zahl durch technische Fortschritte auf dem Gebiete der Tieftemperatur-Teergewinnung soll eigenes nochmals erwähnt werden. Klingenberg schätzt den volkswirtschaftlichen Wert der aus den 11 Mill. t gewinnbaren Nebenprodukten auf annähernd 90 Mill. Mark pro Jahr, wobei die Teerausbeute gegen früher um mehr als die Hälfte, die Sulfatausbeute um über $^2/_3$ erhöht würde.

Das Verdienst von Klingenbergs Arbeit ist zunächst, daß sie an die Stelle unbewiesener Behauptungen sachliche Rechnung setzt. Die beiden Grundgedanken der kategorischen Verordnung allgemeiner Vergasung werden in ihrer ganzen Unrichtigkeit aufgedeckt: Eine Kohlensteuer wird nimmer zu Nebenproduktenanlagen anreizen, da sie wie jede Verteuerung der Kohle die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen unterbindet und: Die unmittelbare Verfeuerung ist nach dem heutigen Stande der Technik nicht Raubbau, sondern Ersparnis an Kohle. Ohne Voreingenommenheit, ja mit unbestreitbarem Wohlwollen der Vergasung der Kohle gegenüber werden die wirtschaftlichen Verhältnisse weiter geprüft. Es wird auf das Unbestimmbare der Marktpreise für die Nebenprodukte hingewiesen. Es wird aber auch betont, daß nicht die technische Möglichkeit, sondern das Resultat wirtschaftlicher Prüfung allein maßgebend sein darf für die Entscheidung einer Frage von so weittragender Bedeutung, wie es die Verwertung unserer Kohlenschätze ist. Die Durchführung dieser Prüfung ist im Interesse des Staates dringend geboten. Die Privatindustrie ist nicht imstande, sie allein zu bewerkstelligen, sondern sie bedarf dazu der starken Mithilfe der Behörden. In gemeinsamer Arbeit muß die Frage der Kohlenverwertung technisch und wirtschaftlich geklärt werden. Diese Mitwirkung wird dem Staate ebenso als Steuernehmer und Besitzer der größten Kohlengruben zur Pflicht, wie die Betrachtung vom Standpunkte der großen Kraftwerke aus, sein Interesse desto mehr erheischt, als er die Elektrizitätserzeugung in steigendem Maße in die Hand nimmt.

Dr. Ing. Graf v. Brockdorff.

Das Revier-Wasserkraft-Elektrizitätswerk Freiberg i. Sa. Oberingenieur Sessinghaus bespricht die von den Siemens-Schuckert-Werken ausgeführte Anlage, welche die vorhandenen, nicht unbedeutenden Wasserkräfte wirtschaftlich ausnutzt und den Ausbauwert durch die Verwendung von elf großen Stauweihern mit 5·5 Mill. m³ Inhalt erhöht. Die Anlagekosten stellen sich verhältnismäßig niedrig (Mk. 200 pro PS). In dem 3 km südlich von Freiberg gelegenen Dreibrüderschacht wurde das Kraftwerk errichtet, zu dem man aus dem Schacht durch einen 4 m langen Gang gelangt. Die Sohle des Maschinenhauses liegt 280 m unter der Erde, die Schaltanlage ist in einem obertags errichteten Gebäude eingebaut. Es sind jetzt zwei 1000 PS-Peltonräder für 160 m Gefälle mit 0·55 m³/s aufgestellt, die mit 600 kVA-Drehstromgeneratoren für 5250 V, 40 Per/s und einer 7 kW-Erregermaschine, 110 V, direkt gekuppelt sind. Die beiden Nadeldüsen der Turbine werden durch einen Öldruckregler beherrscht, der zwei Druckzylinder — einen für jede Düse — enthält; die Zylinder werden durch das Steuerventil nacheinander betätigt. Bei dieser nacheinander erfolgenden Düsenverstellung ergibt sich bei kleinen Belastungen ein höherer Wirkungsgrad (bei $^1/_{10}$ Belastung bereits 70%). Bei Überschreiten der Drehzahl um 20% löst ein gewichtsbelasteter Hebel zwei Strahlablenker aus, die vor den Düsen angebracht sind. Die Maschinen laufen mit 600 U. p. min und sind halbgekapselt. An jeden Generator ist ohne Schaltapparat ein 600 kVA-Transformator mit Ölkühlung zur Spannungserhöhung auf 10 000 V angeschlossen; die Transformatoren erhielten ein Ausdehnungsgefäß zur Ölkonservierung und ein Kontaktthermometer, das beim Überschreiten einer bestimmten Temperatur im Öl ein Läutewerk in Tätigkeit setzt. Die Transformatoren sind mit den zugehörigen Schutzdrosselspulen in feuersicheren Kammern des Erdgeschosses des Schalthauses eingestellt; die Schaltzellen bestehen aus einem Eisengerüst mit feuersicheren Durowänden. Die Meßwandler und Ölschalter für die Generatoren und Abzweigleitungen befinden sich im ersten Stock, sie werden von der Bedienungstafel im Erdgeschoß betätigt. Die Ölkessel sind zur Kontrolle der Kontakte senkbar eingerichtet. Die Maximalschalter erhalten drei vom Strom unabhängige Laufwerksverzögerungen, die von den Generatoren aus nach den Verteilungsleitungen hin abnehmen. Im zweiten Geschoß ist das Doppelsammelschienensystem, aus zwei, durch einen Kupplungsschalter verbundenen Gruppen

Digitized by Google

von je fünf Sammelschienen bestehend. Jede Schienengruppe erhält einen Sterndreieckschutz aus sechs Hörnerableitern mit dreipoligem Ölwiderstand und Erdungsdrosselspule; an eine Sekundäre der Erdungsdrosseln sind Voltmeter zur Erdschlußkontrolle angeschlossen. Drei Hörnerableiter mit Emailwiderständen zur Dämpfung dienen als Grobschutz für jede abgehende Fernleitung. Ein Schnellregler wirkt auf die Erregung der Erregermaschine, die Magnetregulatoren der Hauptgeneratoren werden durch Hilfsmotoren verstellt, die vom Schaltbrett aus eingestellt werden; das Gleiche gilt vom Geschwindigkeitsregler der Turbine. Zur Ein- und Ausfahrt der Bedienungsmannschaft des Maschinenhauses dient ein Förderhaspel, der durch einen 50 PS-Drehstrommotor mit Schleifringanker Antrieb erhält.

Die Anlage versorgt einige Städte und Gemeinden, eine Grube und Fabriken. Die Leitung besteht aus verzinktem Eisenseil, das mittels Bindedraht an den Isolatoren, wie bei Kupferleitungen, befestigt wird. In 1 m Abstand vor und hinter dem Isolator ist ein Draht an die Hauptleitung mittels zweiteiliger Verbinder*) angeklemmt und dieser Draht ist an einem zweiten Isolator festgemacht; dadurch ist eine bruchsichere Befestigung gegeben. Die Leitungen sind an Gittermasten verlegt, die beiden Isolatoren für einen Leitungsdraht sitzen auf Traversen, die im Interesse des Vogelschutzes schräg ausgebildet sind. Die Verteilungstransformatoren sind teils in gemauerten Häusern eingebaut, teils bis 15 kVA als Masttransformatoren ausgeführt; die ersteren erhalten Maximalölausschalter mit unabhängiger Zeitauslösung und einem Überlastungsanzeiger, bestehend aus einem Quecksilbermaximalthermometer zum Anzeigen der Öltemperatur. Bei den Masttransformatoren geht die Leitung über Abspannisolatoren zu drei einpoligen Hochspannungsfreileitungssicherungen, für die Niederspannung dienen Freileitungsstöpselsicherungen, die gleichzeitig zum Abspannen der Niederspannungsleitungen dienen.

(Verbandsmitteilg., Dresden, 10, Nr. 12.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Wasserkräfte in Großbritannien. Einem Vortrag von Alexander Newlands, dem Chefingenieur der schottischen Highland Railway vor der Royal Society of Arts in London entnehmen wir folgendes: Derzeit bestehen größere Kraftwerke nur in Schottland. Das größte Werk ist Kinlochleven der British Aluminium Company, das einen Stausee von etwa 12 km Länge und 800 m Durchschnittsbreite besitzt, mit einem Fassungsraum von etwa 90 Mill. m³. Dieses Werk hat jetzt eine Leistung von zirka 22.000 kW und wird erweitert. Kleinere Wasserkräfte sind am Dee, Spey, Findhorn, Conon und verschiedenen anderen englischen und wallisischen Flüssen ausgebaut. In Cornwall bestehen seit langen Zeiten kleine Wasserkraftanlagen in Verbindung mit den dortigen Zinnbergbauen. Der Verfasser berechnet den Ausbauwert der Wasserkräfte nach folgender Faustregel:

Leistung in kW = Niederschlagsgebiet in km² × Gefälle in m × $\frac{1}{4}$.

Er rechnet dabei mit einer Regenhöhe im Jahresmittel von etwa 1060 mm, wovon 30% durch Verdunstung und Versickerung verloren gehen. Im schottischen Hochland kommen Regenhöhen bis 4000 mm vor und in großen Gebieten kann man mit 1500 mm rechnen. Eine Regenhöhe von 1060 mm entspricht einer Wassermenge von zirka 34 l/s pro 9 km². Die Gesamtbruttoleistung der Wasserkräfte wird angegeben mit 280.000 kW für Schottland, 80 000 für England, 82 000 für Wales und 140 000 kW für Irland. Diese Leistungen könnten nur durch große Stauanlagen nutzbar gemacht werden.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Über einen neuen Hochspannungstransformator und seine Anwendung zur Erzeugung durchdringungsfähiger Röntgenstrahlen. J. Dessauer, Frankfurt a. M. Bei dem Betriebe von Induktor- oder Hochspannungsgleichrichteranlagen kommt man nicht über Spannungen bis etwa 150 000 V hinaus, weil die Isolierung der Sekundärspulen von den Primärspulen Schwierigkeiten macht. Im besonderen treten Glimmerscheinungen auf, die durch Erhitzung das Isolationsmaterial verderben und infolgedessen zu Durchschlag und Beschädigung der Anlage führen. Dessauer bespricht im ersten Teil der vorliegenden Arbeit an Hand der ihm zur Verfügung stehenden Statistik der Lebensdauer von Veifa-Induktoren die verschiedenen Schäden, die durch übergroße Spannungsbeanspruchung entstanden sind und die Methoden, die bisher zu ihrer Vermeidung angewandt worden sind. Es zeigt sich, daß es bisher kein Mittel gibt, die Spannungen über die angegebene Grenze ohne Gefahr für den Durchschlag zu erhöhen. Da aber die Röntgentechnik bei diesen Spannungen nicht stehen bleiben kann, so wurde von ihm der Versuch gemacht, einen Transformator auf anderer Grundlage aufzubauen. Dies gelingt in folgender Weise: Wenn man bei einem gewöhnlichen Transformator die Mitte der Sekundärspule mit der Primärspule verbindet, so herrscht — wenn die Sekundärspule beispielsweise 100 000 V zwischen ihren beiden Enden erzeugt — zwischen jedem einzelnen Ende und der Primärspule eine Spannungsdifferenz von je 50 000 V. Nimmt man statt des einen Transformators zwei, die bei den gleichen Betriebsverhältnissen je 50 000 V erzeugen, verbindet zwei Enden miteinander, so hat man wieder insgesamt 100 000 V und bei Erdung der Mitte, die Beanspruchung des Dielektrikums noch nicht geändert. Dies wird aber anders, wenn man Zwischentransformatoren einführt. Vor jedem der beiden Transformatoren liegt ein Zwischentransformator mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 1. Diese Zwischentransformatoren tragen nicht zur Spannungserhöhung bei, sondern dienen nur dazu, einen Teil der Hochspannungsdifferenz gegen Ende aufzunehmen. Durch die Primärspulen der beiden Hilfstransformatoren fließt hintereinander der gleiche Primärstrom. Die Sekundärspulen sind dagegen voneinander getrennt, und führen zu den Primärspulen der beiden Haupttransformatoren, während die Sekundärspulen der beiden Haupttransformatoren wieder hintereinander geschaltet sind. Die Mitte der Gesamtsekundärwicklung der Haupttransformatoren ist mit den Primärwicklungen der Hilfstransformatoren verbunden. Und ferner ist die Mitte der Sekundärwicklung jedes der einzelnen Haupttransformatoren mit der entsprechenden Primärwicklung der Haupttransformatoren verbunden. So besteht zwischen der Sekundär- und Primärwicklung jedes der Haupttransformatoren nur eine Spannungsdifferenz von 25 000 V und die gleiche Differenz zwischen Primär- und Sekundärwicklung jedes der Hilfstransformatoren. Man hat also mit dieser Schaltung die Spannungsdifferenzen, die zu Glimmerscheinungen Anlaß geben, auf die Hälfte herabgebracht. Durch sinngemäße Änderung dieses Grundgedankens läßt sich noch eine weitere Spannungsteilung erreichen. Dessauer bemüht sich, den Wattverlust, der durch die Glimmerscheinungen eintritt, experimentell zu bestimmen, ohne jedoch der dabei eintretenden meßtechnischen Schwierigkeiten ganz Herr zu werden. Als angenähertes Ergebnis zeigte es sich, daß der Glimmverlust allgemein mit der vierten Potenz der Spannung anwächst und daß er bei der neuen Schaltung so gut wie ganz vermieden ist. Die neue Transformatorenschaltung wurde in dem zweiten Teil der Arbeit dazu benutzt, die Härte der mit ihr erzeugten Röntgenstrahlen so groß wie möglich zu machen. Die früheren Versuche von Rutherford, Barnes und Richardson hatten das Ergebnis gehabt, daß die Röntgenstrahlung einer Coolidgeröhre oberhalb 145 000 V bei einer Steigerung bis 175 000 V nicht härter wurde. Sie hatten daraus geschlossen, daß bei der Benutzung einer Wolframantikathode eine Steigerung über die Frequenz der charakteristischen k-Strahlung des Wolframs nicht möglich sei. Dessauer wiederholt die Versuche mit Zuhilfenahme der neuen Transformatorenschaltung und zwar bis zu Spannungen von 310 000 V. Dabei wurden drei Übersetzungstransformatoren benutzt, von denen jeder 100 000 V Sekundärspannung liefern konnte und diese drei Transformatoren wurden durch zwei Beanspruchungstransformatoren geschützt. Die Gleichrichtung der Hochspannungsströme geschah nach dem Hochspannungsgleichrichterprinzip. Gemessen wurde mit einer Differentialelektrometeranordnung durch Absorption der Strahlung in Aluminium und Blei. Die daraus berechneten Wellenlängenwerte sind zum Teil kleiner als die bisher bekannten kleinsten Röntgenwellenlängen. Sie sind aber noch größer als die Wellenlänge der Haupt-k-Linie des Radiums C. Die Röntgenstrahlen sind aber bereits derartig hart, daß starke Bleiwände von ihnen durchdrungen werden. Aus seinen Versuchen schließt Dessauer, daß die Härtebegrenzung, die Rutherford, Barnes und Richardson gefunden zu haben glauben, nicht besteht, und daß sie nur im Bereiche von 140 000 bis 170 000 V durch die Eigenstrahlung der Kathode vorgetäuscht wird. Bei 220 000 bis 310 000 V hat nur wieder die Bremsstrahlung eine Rolle gespielt und ihre Härte nimmt weiter zu. *L.*

(Verh. d. deutsch. Phys. Ges., Bd. 19, S. 155, 1917).

Elektrische Beleuchtung.

Der Scheinwerfer von Sperry. Um dem Krater den hohen Glanz von 500 HK pro mm² zu verleihen, gegen 150 HK bei gewöhnlichen Scheinwerfern*), wird der Strom nicht am Ende der Elektroden, sondern nahe der Abbrandstelle zugeführt. Dies erfordert besondere Kühleinrichtungen für die Elektrodenhalter. Abb. 1 zeigt die Konstruktion derselben. Die Anode (rechts) ragt aus einer Quarzmanschette *A* hervor, die von den mit Kühlrippen versehenen Fassungen gehalten ist. Der Strom wird durch federnde Bürsten *B* aus Kupfer mit Silberansätzen zugeführt, Den Vorschub der Anoden, deren Krater stets im Brennpunkt des Spiegels liegen soll, besorgt das Kernrad *S* mit dem Trieb *T*.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Anz., Heft 1, Seite 1.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger. Seite 118.

Digitized by Google

der von einem kleinen, im Scheinwerfergehäuse gelagerten Elektromotor betätigt wird. Mit dem Motor ist ein Ventilator gekuppelt, der die Fassungen der Kohlen mit Kühlluft bespült. Der Motor treibt auch ein Schneckenvorgelege an, durch das die Anode in langsame Drehung um ihre Achse versetzt wird, um einen ruhigen

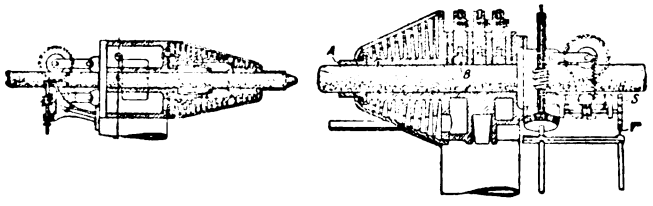


Abb. 1.

Lichtbogen zu geben. Bei der Kathode (links) wird der Strom durch eine einfache Schleiffeder zugeführt; der Kohlenhalter für die Kathode ist schwingbar angeordnet, um den Lichtbogen einzuleiten.

Nach den angestellten Messungen beträgt die Intensität eines Scheinwerfers mit 90 cm Spiegelweite 95 000 HK auf einem großen Raumwinkel. Die Spannung soll 75 V betragen. Es werden Scheinwerfer für 60, 75, 90 und 150 cm Spiegelweite gebaut.

(E. T. Z. 38, Heft 52, 1917 nach Elect. Eng.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Einführung des Dreileiterbetriebes bei der Straßenbahn in Dresden. W. Riechers. Das Netz wird bei 175 km Streckenlänge von 20 Linien, davon 15 strahlenförmig vom Stadtinneren nach den Vororten verlaufend, befahren; im Inneren der Stadt herrscht also die größte Verkehrsdichte, die im Jahre 1916 34·177 Mill. gesamte Wagen-km betrug. Dazu kommen noch 648 private Anschlüsse mit 5400 kW und 1·3 Mill. kWh. Das Netz wurde bisher von zwei Kraftwerken, dem Ost- und dem Westkraftwerk mit 500 bis 550 V gespeist, davon 3753 kW mit 9·7 Mill. kWh von dem Westkraftwerk und 2160 kW mit 4·83 Mill. kWh vom Ostwerk. Die zunehmende Verkehrsdichte hätte einen Umbau und eine Verstärkung des Kabelnetzes erforderlich gemacht, um mit dem Spannungsabfall in den Schienen noch unterhalb der zur Sicherung von Leitungsrohren gegen Erdströme erforderlichen Grenze zu bleiben. Man entschloß sich deshalb, das Netz auf eine Dreileiteranlage mit Speisebezirken verschiedener Polarität umzubauen. In den Zentralen sind die Maschinen zwischen je einer positiven bezw. negativen Sammelschiene und einer Nullschiene angeschlossen, die mit dem Schienennetz durch blanke und isolierte Kabel verbunden ist. Die positiven Oberleitungsbezirke sind von den negativen durch besondere für 1000 bis 1100 V ausreichende Isolierstücke elektrisch getrennt; Speisebezirke gleicher Polarität desselben Werkes können mittels Trennschalter zusammengeschaltet werden. Es können Teile eines Bezirkes von diesem abgetrennt und einem anderen von gleicher Polarität zugeschaltet werden, ebenso wie die Speisebezirke gleicher Polarität beider Netzhälften. Ausgleichsmaschinen oder Pufferbatterien sind überflüssig, weil die auftretenden Stromstöße in ihrem gegenseitigen Wechsel ohne Einfluß auf die Zentrale bleiben; man hat aber durch eine gute Ausgleichung für gleichmäßige Belastung der beiden Maschinengruppen gesorgt. Die Abänderung hat in bezug auf die Ausführung und Isolation der Fahrleitung bis auf die Einführung der Isolierstücke und Versetzung der Trennschalter sowie in der Betriebsführung keine Änderung mit sich gebracht. Da die Ausgleichsströme jetzt sehr klein sind, konnten einige blanke Ausgleichkabel herausgenommen werden. Die Verteilung erfolgt so, daß um einen positiven Kern in der Stadt sich erst ein negativer, hierauf ein positiver Außenring anschließt. Für den Rechnungs-km kann man einen Verbrauch von ½ kWh bei 500 V ansetzen, die jährlichen Betriebsstunden sind 6600; bei 0·015 Ω Schienenwiderstand pro km Doppelgeleise sind höhere Spannungsunterschiede als 3 V nicht vorgekommen. Das größte Spannungsgefälle in einem Speisekabel zuzüglich dem Gefälle in dem Fahrdrahte des zugehörigen Bezirkes ist 60 V. Der Gesamtspannungsabfall ist also 63 V oder 11·6% der halben Zentralenspannung. Bei einer gesamten Stromabgabe beider Werke von 16 Mill. kW betragen die jährlichen Verluste 0·984 Mill. kWh = 6%. Es sind nur einige neue Kabel eingelegt, andere von den Fahrschienen gelöst und mit der Oberleitung verbunden worden. Größere Abänderungen waren nur in den Kraftwerken erforderlich, wo die Maschinenschaltanlage gänzlich erneuert werden mußte. Im Westkraftwerke wurden zwei Motorgeneratoren zu je 750 kW, im Ostkraftwerke eine Gruppe zu 1000 kW, zwei zu 750 kW und eine zu 250 kW neu aufgestellt und die alten Dampfdynamos entfernt. Es wurde die Schaltanlage in zwei räumlich getrennte Teile geteilt, so daß die eine Hälfte nur positive, die andere nur negative Speisekabel aufnimmt. Jede der beiden Kabelverteilungsschienen ist mit der zugehörigen Maschinensammelschiene durch zwei parallelgeschaltete Verbindungsleitungen zusammengeschlossen, in die Zähler und registrierende Amperemeter eingebaut wurden. An eine gemeinsame Sammelschiene im Keller sind die Ausgleichsleitungen angeschlossen; von dieser führen zwei parallelgeschaltete Kupferschienen über Amperemeter zur Ausgleichsschiene der Maschinenanlage. Aus den acht Registrierstreifen der Meßinstrumente kann man sich jederzeit ein Bild über die Belastungsverteilung machen. Um leicht einen positiven Speisebezirk in einen negativen verwandeln zu können, sind in die zu den Speisepunkten führenden Kabel 30 cm lange Kupferschienen eingelegt, die sich leicht lösen lassen und mittels fliegender Hilfskabel können die Speisekabel anderweitig verbunden werden. Die Kosten des Umbaues auf das Dreileiternetz betragen nur ⅓ bis ½ der bei vollständigem Ausbaue des Kabelnetzes unter Beibehaltung des Zweileiternetzes auflaufenden Kosten.

(Mitteil. Vereinig. El. Werke Nr. 210, 1918.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Erzeugung von hochwertigem Roheisen im elektrischen Ofen. U. Lohse berichtet, daß es vor kurzem einer Elektrostahlanlage der Vereinigten Staaten gelungen ist, die wiederholt vorgeschlagene Umwandlung von Stahlschrott in hochwertiges Roheisen unter Benutzung des Elektroofens wirtschaftlich auszunutzen. Gewöhnlicher Stahlschrott wird in den kalten, basischen Ofen eingesetzt, eingeschmolzen und, wenn nötig, raffiniert. Nach Entfernung der Schlacke wird die nötige Menge Ferrosilizium und Ferromangan und zuletzt feiner Koks zugegeben. Die Gußstücke enthielten z. B. 3·63 C (3·08% als Graphit), 0·31% Mn, 1·15% Si, 0·014% S und 0·018% P. Dem auf diese Weise gewonnenen Roheisen sagt man große Dichte und Festigkeit nach. Zur Erzeugung dienen zwei Ludlum-Elektroöfen zu je 5 t Fassungsraum, wobei in 24 Stunden 50 t erzeugt werden. Der Stromverbrauch für die Tonne Roheisen kann unter 400 kWh gehalten werden. Der Ludlum-Ofen ist kippbar eingerichtet. Drei Elektroden des dreiphasigen Ofens durchdringen die Ofendecke, in einer Reihe nebeneinanderstehend. Die beiden äußeren Elektroden sind nicht weit von den Türen entfernt, um ein Abkühlen der Charge zu vermeiden. Der Ofen ist elliptisch und hat keine geraden Wände und nicht gestützte Gewölbe. Die Zustellung besteht aus zwei Lagen Magnesitziegel, die mit Magnesitzement untereinander verbunden werden. Man schätzt, daß mit einem Futter 200 bis 300 Chargen gemacht werden können. Die Deckenmauerung besteht aus Woodland-Tonziegeln und verträgt 90 Hitzen. Der kW-Verbrauch beläuft sich auf etwa 150 kVA für die Tonne Fassungsraum. Für den 5 t-Ofen wird ein 750 kVA-Transformator zum Anschluß an 11 000 V benötigt; dem Ofen wird der Strom mit 90, 95 oder 100 V zugeführt. Der wesentlichste Punkt des Ludlum-Patentes ist der, daß die mittlere Elektrode in das Metallbad hineinragt, während die beiden anderen dicht über der Schlackendecke stehen.

(Gießerei-Ztg., Heft 3, 1918.)

Der elektrische Schmelzofen von Grönwall-Dixon wurde, wie C. Irresberger mitteilt, ursprünglich von Grönwall entworfen und in Schweden benutzt, dann in Amerika eingeführt und wesentlich verbessert. In seiner heutigen Gestalt hat er eine zylindrische Form, ziemlich flachen Herd, eine gewölbte Decke und wird von einem elektrisch angetriebenen Schneckengetriebe mittels eines Gestänges gekippt. Die elektrische Ausrüstung besteht für Öfen unter 5 t Fassungsvermögen aus zwei oberen Kohlenelektroden, bei größeren Öfen aus vier solchen Elektroden und in beiden Fällen aus einer neutralen Kohlenelektrode unter dem Herde. Man arbeitet mit zweiphasigem Strome; je zwei obere Elektroden sind mit einer Phase verbunden. Da die neutrale Elektrode völlig im Mauerwerk eingebettet ist, bedarf sie keiner besonderen Kühlung oder sonstigen Wärmeschutzes. Jede einzelne der oberen Elektroden kann durch einen eigenen Elektromotor gehoben und gesenkt werden und außerdem kann ihr eine größere oder geringere Strommenge zugeführt werden. Die Lichtbögen können serienweise, parallel oder gemischt geschaltet werden, wodurch wesentliche Vorteile erreicht werden. Man vermag während des Schmelzens mit langen Lichtbögen von hoher Spannung zu arbeiten, während nach dem Schmelzen durch Verkürzung des Lichtbogens die Hitzewirkung auf das Deckgewölbe vermindert wird. Mit Hilfe der neutralen Bodenelektrode können auch magnetische Wirkungen erzielt werden. Die einartige Stromzuführung bedingt ein lebhaftes Wallen des Metallbades. In dem auf dem Werke der Railway Steel Spring Co. in Detroit tätigen Grönwall-Dixon-Ofen hat man mehr als 900 Chargen fertiggemacht. Erzeugt wurde Werkzeugstahl, Nickelstahl und Nickel-Chrom-Stahl. Eine Schmelzung dauerte 4 bis 5 h und erforderte 550 bis 600 kWh für 1 t Stahl. In einer Beschickung mit 0·10% S und P konnte der Gehalt an diesen Elementen bis auf 0·01% herabgedrückt werden.

Digitized by Google

Die Selbstkosten für 1 t Stahlguß ergaben sich im Durchschnitt zu 19·18 Doll., hievon 4 Doll. für den Stromverbrauch und 1·10 Doll. für Elektroden. Die bisherige Praxis zeigte, daß ein Desoxydationsmittel überflüssig ist, was wiederum zur Herabminderung der Kosten beiträgt. Der Ofen erscheint auch zum Schmelzen von Manganabfällen und zur Verbesserung von Kupolofeneisen gut geeignet.
(Stahl u. Eisen, Hett 5. 1918.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Hochspannungsisoliermaterial. Die Park Royal Engineering Works Co. erzeugt ein Isoliermaterial, das als Ersatz des aus Deutschland eingeführten Stabulit gelten soll. Das Material erhielt den Namen „Hightensile". Es ist nicht hygroskopisch und nicht entzündbar, sehr hart, zeigt feinkörnigen Bruch, läßt sich in Formen auch um einen metallischen Kern herum pressen und wie Ebonit bearbeiten. Hightensile enthält Kautschuck, kann also weder höheren Temperaturen ausgesetzt, noch unter Öl verwendet werden. Die dielektrische Festigkeit ist über 20 000 V/mm.
(L'ind. électr., 25. 12. 1917.)

Naphtolharz als Schellackersatz. Die bei der Darstellung von α- und ß-Naphtol entstehenden Kondensationprodukte sollen, nach einer Notiz in Z. V. D. I. mit dem Schellack die Politurtähigkeit, die Verwendung als Spirituslack, als Appreturmittel, als Isoliermasse usw. gemeinsam haben. Durch Filtern der alkoholischen Lösung der Kondensationsrückstände und Abdestillieren des Alkohols aus dem Filtrat erhält man ein besonders reines Ersatzmittel.

Chronik.

Abteilung für Elektrotechnik an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag. Mit 1. Oktober 1917 ist an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag die Abteilung für Elektrotechnik ins Leben gerufen worden, zunächst durch Schaffung der Kommission zur Abhaltung der II. Staatsprüfung aus dem elektrotechnischen Fache. Die Kommission besteht aus dem Vorsitzenden Prof. Dr. Friedrich Niethammer, dessen Stellvertreter Oberdirektor Dr. Emil Kolben und den Mitgliedern Professoren: Hofrat Dr. R. Doerfel, Ing. O. Hlouschek, Ing. K. Körner, Hofrat K. Mikolaschek, Dr. A. Schiebel und Hofrat der Postdirektion Prag Ing. F. Richter. Die Studienpläne der Abteilung für Elektrotechnik, die eine Abzweigung der Abteilung für Maschinenbau darstellt, sind bereits ausgearbeitet.

Literatur-Bericht.

Der Verkauf elektrischer Arbeit. Von Dr. Ing. G. Siegel. Berlin 1917, Verlag von Julius Springer. (Preis geb. Mk. 18.)*)

Dieses Werk bildet die über den doppelten Umfang erweiterte zweite Auflage des vor etwa einem Jahrzehnt von dem Verfasser als Doktorarbeit erschienenen Buches „Die Preisstellung beim Verkaufe elektrischer Energie". Jedoch nicht allein der Umfang des behandelten Stoffes bildet hier den Unterschied, sondern auch der Umstand, daß die Neuauflage nicht nur, wie die alte Auflage, hauptsächlich eine Sammlung fremder Erfahrungen auf dem Gebiete der Tarifpolitik beim Verkaufe elektrischer Arbeit bildet, sondern, daß in ihr auch die vom Verfasser unterdessen in der Verwaltung eines großen, mit der Elektrizitätswirtschaft beschäftigten Unternehmens gemachten eigenen Erfahrungen ihre entsprechende Verwertung gefunden haben. Es stellt also das vorliegende Werk die verdienstvolle Arbeit eines Ingenieurs, der sich schon mehrfach auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft sehr erfolgreich betätigt hat, auf einem Sondergebiete derselben dar, welches das letzte Glied in der Kette technisch-wirtschaftlicher Maßnahmen bildet, um die Elektrizitätswirtschaft möglichst erfolgreich zu gestalten, indem die Gesamtheit jener Umstände technischer und wirtschaftlicher Natur, welche auf den Verkauf elektrischer Arbeit von Einfluß sind, eine systematische und kritische Besprechung erfahren.

Dr. Siegel geht bei seinen Betrachtungen von der richtigen Voraussetzung aus, daß der Verkauf irgend eines Gutes um so leichter zustande kommt, je mehr sich der Verkaufspreis der „Wertschätzung" sowohl des Verkäufers, wie des Käufers, welche diese dem Verkaufsgute entgegenbringen, anpaßt. Es ist also dieser Grundsatz auch bei der Preisbildung für die Einheit der elektrischen Arbeit maßgebend. Da die Wertschätzung des Verkäufers das „Angebot", jene des Käufers die „Nachfrage" bedingt, so läßt sich dieser Grundsatz auch in der bekannteren Form aussprechen, daß der Preis durch Angebot und Nachfrage bestimmt werden muß. Wie mannigfaltig und verwickelt bei der Einhaltung dieses Grundsatzes sich die Verhältnisse gerade beim Verkauf elektrischer Arbeit gestalten, wie zahlreich die Umstände sind, die die Wertschätzung, also Nachfrage und Angebot, zu beeinflussen vermögen und wie weit dieser Einfluß für die Preisbildung zahlenmäßig zum Ausdruck gebracht werden kann, zeigt der Verfasser im ersten Hauptabschnitt seines Buches in systematisch aufgebauter Weise. Die Mannigfaltigkeit in der Wertschätzung der elektrischen Arbeit auf Seite des Abnehmers, als Grundlage der Nachfrage, ist dadurch bedingt, daß er durch den Strombezug sein Licht-, Kraft- und Wärmebedürfnis zu stillen sucht und nicht nur die Befriedigung dieser drei verschiedenen Bedürfnisse im allgemeinen ganz verschieden bewerten wird, sondern es wird diese Wertschätzung auf jedem einzelnen dieser Bedürfnisgebiete nach den Sonderzwecken auch verschieden ausfallen. So beispielsweise bei der elektrischen Beleuchtung, je nachdem es sich um Sicherheits-, Erwerbs- oder Wohnungsbeleuchtung, beim elektrischen Antrieb, je nachdem es sich um industrielle, gewerbliche oder landwirtschaftliche Zwecke handelt. Auf Seite des Verkäufers ist zwar die Wertschätzung der elektrischen Arbeit, also das Angebot, durch die Selbstkosten bestimmt, doch sind diese in einer solchen Abhängigkeit von dem Verwendungszwecke der elektrischen Arbeit, also ihrer Nachfrage, daß auch die Mannigfaltigkeit der Anbotpreise nichts zu wünschen übrig läßt.

Da beim Verkaufe elektrischer Arbeit, wie bei fast jeder Verkaufstätigkeit, zahlreiche Hemmungen, die die Erhöhung der Nachfrage hindern, sich einstellen, ist es notwendig, daß von Seite der Elektrizitätswerke eine wirksame Werbetätigkeit einsetzt, durch welche die Aufmerksamkeit auf die Verwendung elektrischer Arbeit geweckt, aufklärend und überzeugend gewirkt wird und, wenn erforderlich, gewisse wirtschaftliche Hindernisse beseitigt werden. Es ist daher sehr dankenswert, daß Dr. Siegel in der Neuauflage seines Werkes einen besonderen Abschnitt hinzugefügt hat, in welchem die Mittel über die Beeinflussung der Nachfrage durch die Werbetätigkeit eingehend besprochen werden.

Im zweiten Hauptabschnitt finden die vom Verfasser entwickelten Verkaufsgrundlagen ihre Anwendung beim Aufbau bei den im Gebrauche stehenden Verkaufspreisen und Tarifen, indem zunächst die Grundformen dieser Tarife besprochen und dann durch Anpassung derselben an die Umstände der Abnehmer in ihren Abstufungen erläutert werden. Dabei haben zahlreiche Beispiele dieser verschiedenen, bei den einzelnen Unternehmungen in Verwendung stehenden Tarifformen in den Text Aufnahme gefunden. Um die Arbeit zur Ermittlung der Strombezugskosten bei der großen Zahl der Stromabnehmer eines Werkes nicht allzusehr zu erschweren, ist es naturgemäß notwendig, die als richtiges Prinzip für die Preisbildung erkannte Anpassung an die Gesamtheit der Wertschätzungen nur mit einer solchen Beschränkung durchzuführen, damit nicht allzu verwickelte Tarifformen entstehen. Besonders für die große Zahl von Kleinabnehmern werden nur einfache Tarife anwendbar sein. Man muß aber bei dieser Tarifpolitik sich mit dem Verfasser immer den Grundsatz vor Augen halten, daß der einfachste Tarif nicht der ist, welcher die bequemste Berechnung gestattet, sondern jener, bei welchem die beiderseitigen Interessen in einfachster Weise berücksichtigt sind.

Die neu hinzugekommene Übersicht über die Tarife in den verschiedenen Staaten läßt erkennen, daß in denselben die Mannigfaltigkeit der Tarifformen im geraden Verhältnis mit dem Grade ihrer Elektrifizierung steht.

Der Umstand, daß jede öffentliche Erzeugungsstätte elektrischer Arbeit es mit einer großen Zahl von Abnehmern zu tun hat, macht es zur Regelung des Verkehrs zwischen dem Verkäufer und den Abnehmern beim Stromlieferungsgeschäfte notwendig, von vornherein die gegenseitigen Verpflichtungen in den „Stromlieferungsbedingungen" festzulegen. Ebenso bietet infolge der zahlreichen Stromabnehmer die einfache Gestaltung des Abrechnungswesens und eine zweckmäßige Einhebung der Stromgelder besondere Schwierigkeiten. Der Verfasser hat daher in sehr zweckmäßiger Weise bei der Neuauflage in besonderen Abschnitten diesen beiden Gegenständen seine Aufmerksamkeit zugewendet.

In einem Schlußwort kommt Dr. Siegel auf Grund seiner Anschauungen über die Preisstellung beim Verkauf elektrischer Arbeit folgerichtig zu dem Ergebnis, daß es vom volkswirtschaftlichen Standpunkt verfehlt wäre, wenn der Staat, infolge eines Monopols, als alleiniger Verkäufer elektrischer Arbeit auftreten würde.

In dem Maße, als die Fülle des Stoffes bei dem Buche in seiner neuen Gestalt zugenommen hat, wird sich der Kreis seiner Freunde sehr erheblich erweitern. Es wird nicht nur dem engeren Fachmann mannigfache Anregungen geben, sondern auch, da es sich durch

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 528.

Digitized by Google

klare und leichtverständliche Fassung auszeichnet, allen jenen, die diesem technisch-wirtschaftlichen Wissensgebiete ferne stehen und sich über Fragen aus demselben unterrichten wollen, ein verläßlicher Ratgeber sein. *Zickler.*

Wirkungsweise und Entwurf der Motorelektrizitätszähler. Von Dr. Ing. Karl Schmiedel, Charlottenburg, unter Mitarbeit von Dipl. Ing. Friedrich Estel, Berlin. Mit 99 Textabbildungen. Stuttgart 1916, Ferdinand Enke.

Das Buch kann als erster und im ganzen gelungener Versuch bezeichnet werden, die Konstruktion der Motorelektrizitätszähler, der praktisch wichtigsten Zählertype, der zahlenmäßigen Vorausberechnung zu unterwerfen. Es war wohl seit langem bekannt, daß der Motorzähler als Abart der elektrischen Triebmaschine auch den gleichen Gesetzen des magnetischen Flusses, der Induktion, Gegen-EMK und Umlaufsgeschwindigkeit unterliegt, allerdings mit dem wesentlich verschiedenen Endzweck, nicht die der Maschine zugeführte elektrische Arbeit mit möglichst hohem Wirkungsgrad in mechanische umzusetzen, sondern allein die Umdrehungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes der in der gleichen Zeit von dem betreffenden Stromkreis aufgenommenen elektrischen Arbeit vollkommen proportional zu machen. Trotzdem war es bis vor kurzem noch nicht gelungen, den Entwurf dieser Miniaturmotoren mit auch nur annähernd gleichem Erfolge planmäßiger Berechnung zugängig zu machen, wie es bei den der Energieumsetzung dienenden Elektromotoren längst Gemeingut der Industrie geworden war. Das anregende Moment eines möglichst hohen Wirkungsgrades fehlte eben im Zählerbau, man baute lange Jahre Zähler, ohne sie nach wissenschaftlichen Grundsätzen unter Nutzbarmachung der schon lange hiefür vorhandenen Formeln und Gesetze zu konstruieren. Der erstgenannte Verfasser, schon längere Zeit mit einschlägigen Untersuchungen beschäftigt, hat das Ergebnis seiner bisherigen Arbeiten in dieser Studie in erweiterter Form niedergelegt und hiermit zweifellos den Dank aller der Fachgenossen verdient, die sich berufsmäßig mit Fabrikation und Verbesserung von Motorzählern zu befassen haben. Zur Einführung in das Gebiet der Elektrizitätszähler, als Lehrbuch für Studierende und Ingenieure eignet sich das Werk nicht. Der Verfasser weist denn auch in dem Vorwort ausdrücklich darauf hin, daß das Buch keine erschöpfende Darstellung geben soll, und daß die Kenntnis der verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten als bekannt vorausgesetzt ist. Dies ist auch kein Mangel, da wir genügend und gute deutsche Lehrbücher über diesen Gegenstand besitzen.

Das Buch behandelt in vier Hauptabschnitten die Wirkungsweise und den Entwurf einmal der Wechselstromzähler, Ferrariszähler, danach der Gleichstromzähler. Aus dieser schematischen Behandlung des Stoffes, die in dem ganzen Buch konsequent durchgeführt ist, über deren praktischen Wert sich aber streiten läßt, erklärt es sich, daß einerseits zwischen den vollkommen wesensgleichen Ein- und Mehrphasenzählern kein Unterschied gemacht wird, letztere daher nur kurz berührt werden, daß andererseits praktisch überhaupt nicht, höchstens versuchsweise ausgeführte Zählertypen, wie der Wechselstrom-Amperestundenzähler, Wechselstromzeitzähler, ferrodynamische Gleichstromwattstundenzähler eingehend untersucht werden, was manchem als überflüssig erscheinen mag. Dieser Ansicht vermag ich mich allerdings nicht anzuschließen, halte es vielmehr für einen Vorzug des Buches, daß auch diese abseits von den ausgetretenen Wegen liegenden Gebiete einmal sachkundig und kritisch, vor allem zahlenmäßig erörtert werden. Denn so abgeschlossen und wenig entwicklungsfähig vielen das Gebiet der Motorelektrizitätszähler erscheinen mag, so weiß doch jeder ernsthafte Fachmann, wie verbesserungsbedürftig diese Zählertype auch heute noch ist, trotz ihrer teilweise bis ins kleinste, wenigstens in mechanischer Hinsicht durchgebildeten Ausführung. Dies gilt namentlich vom Gleichstromzählerbau, wo schon die Vielheit der noch heute vorhandenen Konstruktionen beweist, daß wir von einer einheitlichen Ausführung ähnlich dem Induktionszähler noch weit entfernt sind. Diese Normalisierung, wie sie aus allgemeinen Gründen nur zu wünschen ist, kann natürlich und am besten nur dadurch gefördert werden, daß bestimmte noch heute von verschiedenen Seiten gebaute Zählertypen durch eine solche systematische, streng wissenschaftliche Untersuchung als weniger zweckmäßig, ja minderwertig nachgewiesen und infolgedessen zugunsten des Baues vollkommenerer Typen aufgegeben werden.

Bei jeder Zählergattung kommen nach einleitenden kurzen Bemerkungen über die allgemeine Wirkungsweise, Theorie und der diese darstellenden Formeln folgende wesentlichen Punkte zur Erörterung. Die prinzipiellen Forderungen, die störenden Einflüsse, die Geschwindigkeit und der Fehler. Dem schließen sich unter „Entwurf" Ausführungen über allgemeine konstruktive Grundsätze, Ausführung der wichtigsten Einzelteile nebst entsprechenden Formeln und Zahlenwerten an. Überall sind außer Hinweisen auf anderweitige Literatur über den betreffenden Gegenstand viele und wichtige Anregungen für den Zählerkonstrukteur enthalten. Den Beschluß macht in beiden Fällen, bei dem Induktions- und Gleichstromzähler ein durchgeführtes Zahlenbeispiel, wobei sich eine bemerkenswert gute Übereinstimmung zwischen Berechnung und Ausführung ergibt. Schon diese beiden Abschnitte reichen hin, um das Buch angelegentlich jedem mit Bau und Untersuchung von Elektrizitätszählern Beschäftigten empfehlen zu können. Für eine künftige Auflage würde sich nur empfehlen, zur Erhöhung des praktischen Wertes die getrennte Besprechung jeder Zählertype nach „Wirkungsweise" und „Entwurf" fallen zu lassen. Durch eine solche mehr abgeschlossene Behandlung würde die Übersichtlichkeit und bequeme Handhabung des Buches entschieden gewinnen. *R. Ziegenberg.*

Die Geschwindigkeitsmesser mit Reibungsgetriebe. Ein Beitrag zu ihrer Theorie von Dr. Ing. Wilhelm Heyn. Mit 11 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Julius Springer 1916, 56 Seiten, Preis Mk. 2·40.

Der Verfasser hat sich in der vorliegenden Broschüre die Aufgabe gestellt, die bisher noch wenig bekannten Bewegungsgesetze für die bei den Geschwindigkeitsmessern vorgeschlagenen und verwendeten Triebwerke aufzusuchen, um dadurch die Grundlagen für weitere Verbesserungen auf diesem Gebiete zu schaffen. Bei der großen Zahl der heute bereits bestehenden Ausführungsformen dieser Meßapparate, mußte sich der Verfasser Beschränkungen auferlegen, so daß seine theoretischen Untersuchungen nur einige der wichtigsten Bauarten dieser Apparate betreffen, wobei außerdem nur die Geschwindigkeitsmesser mit Reibungsgetriebe berücksichtigt wurden, da nur diese eine ununterbrochen fortdauernde Messung ermöglichen.

Nach einer kurzen Klarstellung über Zweck und Einteilung der Geschwindigkeitsmesser im allgemeinen geht der Verfasser im zweiten Abschnitt zur Besprechung der Geschwindigkeitsmesser mit Reibradgetriebe und achsialer Rollenverschiebung über. Als Ausgangspunkt seiner Betrachtungen wählte der Verfasser die im deutschen Reichspatente Nr. 20995 v. J. 1882 beschriebene Anordnung mit Schraubengetriebe und Planscheibe von A. Harlacher in Prag, welche für die letztgenannte Gruppe der Geschwindigkeitsmesser grundlegend geworden ist. Aus den Winkelgeschwindigkeiten und den maßgebenden Abmessungen wird die Differentialgleichung für das Geschwindigkeitsgleichgewicht des betreffenden Getriebeverbandes ermittelt und durch Integration derselben eine Gleichung erhalten, mittels welcher durch Einsetzen der für den jeweils vorliegenden Fall maßgebenden Zahlengrößen die Geschwindigkeit während der ganzen Bewegung nachgeprüft werden kann.

Im weiteren Verlaufe seiner theoretischen Betrachtungen untersucht der Verfasser die Kräfte und die Relativbewegung im Reibungsgetriebe, sowie den Einfluß des Gleitverlustes auf die Messung und geht sodann zur Untersuchung weiterer verbesserter Apparate über, die sich aus dem oben an erster Stelle besprochenen entwickelt haben und von verschiedenen Erfindern in neuerer Zeit in Vorschlag gebracht wurden.

Es folgt nun der dritte Abschnitt, der die Gruppe der Geschwindigkeitsmesser mit Reibungsgetriebe und Lenkerführung der Rolle behandelt, wobei auch eine vom Verfasser herrührende Bauart mit zwangläufiger Ausschaltung des Fehlbetrages durch Vorgelege mit Kurvenrädern (D. R. P. Nr. 277830) in den Kreis der theoretischen Betrachtungen gezogen, deren Bedingungen für das Geschwindigkeitsgleichgewicht ermittelt und die Geschwindigkeitsgleichungen aufgestellt werden.

Das Ergebnis seiner Untersuchungen im zweiten und dritten Abschnitt faßt der Verfasser dahin zusammen, daß die Messung ausschließlich auf einer Zusammensetzung der zu messenden Geschwindigkeit mit einer bekannten Geschwindigkeit beruht, wobei jede Geschwindigkeitsänderung eine Störung des Gleichgewichtes und Verstellung der Reibrolle des Reibungsgetriebes veranlaßt.

Im vierten und letzten Abschnitte wird das Anwendungsgebiet der Geschwindigkeitsmesser kurz besprochen und vom Verfasser Vorschläge dahin gehend gemacht, wie die Messung der Beschleunigung durch Hintereinanderschaltung zweier Geschwindigkeitsmesser durchgeführt werden könne.

Es muß gesagt werden, daß der Verfasser die gestellte Aufgabe in verdienstvoller Weise gelöst und durch das vorliegende Werkchen einen äußerst wertvollen Beitrag zur Klarstellung der bisher wenig untersuchten theoretischen Verhältnisse der Geschwindigkeitsmesser mit Reibungsgetriebe geliefert hat. Es ist dies ein um so größeres Verdienst des Verfassers, als nunmehr nach Festlegung der Grundlagen der Weg zu weiterem fortschrittlichen Schaffen auf diesem Gebiete vorgezeichnet erscheint. Die nicht nur fleißige sondern auch mit fesselnder Klarheit geschriebene Studie kann daher sowohl Erfindern, als auch allen auf dem einschlägigen Gebiet tätigen Ingenieuren bestens empfohlen werden. *Rubricius.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
14. April 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 15.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten. Von Dr. Ing Robert Moser 173

Die Entwicklung der amerikanischen Elektroindustrie im Jahre 1917. Von F. Niethammer 176

Rundschau 181

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 182

Professor Dr. Johann Puluj, Nekrolog . . . 184

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten.

Von Dr. Ing. **Robert Moser**, Privatdozent, Wien.

Die Ableitung der Formeln für die Transformator- und Rotationsspannung beim Repulsionsmotor mit Bürstenverschiebung ist schon für den Fall der Einfachbürsten (Thomsonmotor) recht umständlich, selbst wenn man für das von der Ständerwicklung erzeugte Feld die einfache Form eines Trapezes annimmt, also den Einfluß der Nutenteilung und Sättigung vernachlässigt. Noch verwickelter wird die Ableitung, wenn es sich um die Anordnung mit Doppelbürsten wie beim Dérimotor handelt. Die Transformatorspannung ergibt sich bekanntlich aus der Summe der Kraftflußwindungen der zwischen den zwei betrachteten Bürsten in Reihe geschalteten Windungen, die Rotationsspannung dagegen aus dem zwischen den beiden Bürsten hindurchtretenden Kraftflusse. Die größere Schwierigkeit ist bei der Bestimmung der ersteren Größe vorhanden. Verhältnismäßig einfach läßt sich noch die Formel bei koaxialer Bürstenstellung gewinnen. Man findet sie beispielsweise bei Pichelmayer („Dynamobau" 1908, Seite 360) angegeben. Den Anwendungsbereich dieser Formel kann man zwar auch auf den Fall bei verschobenen Bürsten ausdehnen, wenn man das Gesamtfeld in 2 Komponenten zerlegt, von welchen die eine mit der Bürstenachse, die zweite mit deren Senkrechten koaxial ist. Jede dieser Komponenten stellt sich als Übereinanderlagerung zweier Trapezfelder dar, welche man sich von entsprechenden Wicklungen auf dem Ständer erzeugt vorstellen kann. Auf die beiden mit der Bürstenachse koaxialen Trapezfelder bezw. Ersatzwicklungen hat man nun obige Formel anzuwenden. Die Summe bezw. Differenz der so berechneten Transformatorspannungen liefert die Gesamt-Transformatorspannung an den Bürsten bei beliebigem Bürstenwinkel.

Die Ausführung dieses scheinbar einfachen Rechnungsganges gestaltet sich jedoch, besonders beim Doppelbürstenmotor, recht umständlich. Die genannte Formel ändert sich nämlich*), je nachdem die Wicklungsbreite der induzierenden Wicklung größer oder kleiner ist als die der induzierten. Es muß daher der Anwendung der Formel eine Untersuchung über das Verhältnis der Breiten der beiden Ersatzwicklungen zu jener der Läuferwicklung vorausgehen. Da außerdem das Endergebnis bei Stellung der Bürsten unter dem unbewickelten Ständerteil verschieden ist von jenem bei Stellung unter dem bewickelten Ständerumfang, so ist eine ganze Anzahl von Betrachtungen und Rechnungen notwendig, wenn man die Formel für den ganzen Bereich der Bürstenverschiebung aufstellen will. Am brauchbarsten gestaltet sich dieses Verfahren noch bei Einfachbürsten und Durchmesserwicklung, weil in diesem Falle die induzierte Läuferwicklung als volle Wicklung stets die größere Wicklungsbreite besitzt und infolgedessen die Untersuchung über das Verhältnis der Wicklungsbreiten entfällt.

Im folgenden soll nun gezeigt werden, daß man die Formeln für die Transformator- und Rotationsspannung auf Grund einer einfachen Überlegung für eine beliebige Doppelbürstenschaltung ohne besondere Rechnung angeben kann, wenn die entsprechenden Formeln für Einfachbürsten als bekannt vorausgesetzt werden. Da letztere in der Literatur nicht leicht zu finden sind*), seien dieselben hier ebenfalls mitgeteilt. Aus diesen Formeln mögen dann als Beispiel die Ausdrücke für die Transformator- und Rotationsspannung für den Repulsionsmotor von Déri nach der hier angegebenen Methode entwickelt werden.

Es wird sich hiebei auch Gelegenheit bieten, zu zeigen, in welchem Maße sich der Thomson- und Déri-Motor hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften einem idealen Motor mit sinusförmig verteilten Feldern und unveränderlichem Abstand zwischen den kurzgeschlossenen Bürsten nähern.

Zusammenhang zwischen den Läuferspannungen bei Doppel- und Einfachbürsten.

In Abb. 1 sei eine beliebige Doppelbürstenanordnung für einen zweipoligen Motor dargestellt. Mit $N—N$ ist die Achse der Ständerwicklung bezeichnet. Es muß nun nach dem früher Gesagten vorausgesetzt werden, daß die Formeln für die beiden Spannungen, welche zwischen den diametral stehenden Bürsten I und II' bezw. II und I' auftreten, bekannt sind, wenn die zwischen je 2 kurzzuschließenden Bürsten I und II oder I' und II' durch ruhende oder dynamische Induktion induzierten Spannungen angegeben werden sollen. Die Lösung des Problemes ergibt sich aus der Überlegung, daß die zwischen 2 Punkten auf dem Kommutator auftretende Potentialdifferenz gleich ist der vektoriellen Summe der Potentialdifferenzen einer beliebigen Kette von Zwischenpunkten.

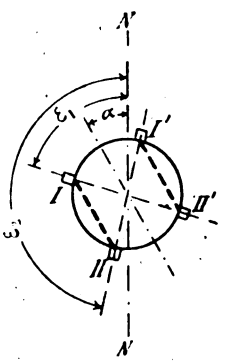


Abb. 1. Allgemeine Doppelbürstenschaltung.

*) Sie gilt zunächst nur für $\beta_1 < \beta_2$; falls $\beta_1 > \beta_2$ ist, muß man β_1 und β_2 miteinander vertauschen.

*) Ossanna gibt zum Beispiel in „Starkstromtechnik" 1912 (Seite 612) die geschlossenen Ausdrücke nur für den Fall des vollbewickelten Ständers an.

Digitized by Google

Bezeichnet $(I-II')$ die Potentialdifferenz zwischen den Bürsten I und II' und in gleicher Weise $(I-II)$, $(II-II')$ und so fort die Potentialdifferenzen zwischen I und II bezw. II und II' usw., so gilt:

$$\left.\begin{aligned}(I-II') &= (I-II)+(II-II')\\ (I'-II) &= (I'-I)+(I-II)\end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 1).$$

Die Summe der beiden Gleichungen liefert:

$$2\,(I-II) = (I-II')+(I'-II)-[(I'-I)+(II-II')].$$

Nun ist aus Symmetriegründen die Potentialdifferenz zwischen den Bürsten I' und I von gleicher Größe aber entgegengesetztem Vorzeichen wie jene zwischen den Bürsten II und II', weshalb der Ausdruck in der eckigen Klammer $(I'-I)+(II-II')=0$ wird. Es ist somit:

$$(I-II) = \frac{1}{2}\,[(I-II')+(I'-II)] \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

oder

$$(I-II) = \frac{1}{2}\,[(I-II')-(II-I')] \quad . \quad . \quad 2a).$$

Diese Gleichungen gelten zunächst für die Gesamtspannungen, können aber auch für die Transformatorspannung und Rotationsspannung gesondert in derselben Weise angewendet werden, weil die beiden Spannungen und ihre Summanden eine konstante Phasenverschiebung (90°) gegeneinander besitzen. Die gesuchte Spannung $(I-II)$ erscheint also durch die beiden Spannungen $(I-II')$ und $(I'-II)$ bezw. $(II-I')$ zwischen diametralen Bürsten dargestellt.

Allgemeine Festsetzungen.

Der Effektivwert der zwischen den Bürsten I und II auftretenden Transformatorspannung sei mit E'_T bezeichnet, jener der Rotationsspannung mit E'_R und die beiden Größen seien durch die Gleichungen dargestellt:

$$E'_T = k'_{12}\,.\,J_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3),$$

$$E'_R = v\,.\,c'_{12}\,.\,J_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4),$$

in welchen k'_{12} die gegenseitige Reaktanz, c'_{12} eine entsprechende Größe für die Rotationsspannung, J_1 den Ständerstrom und v das Verhältnis der wirklichen Drehgeschwindigkeit der Maschine zur synchronen bezeichnet*).

Für den Sonderfall der koaxialen Bürstenstellung, in welchem also die Symmetrieachse der beiden Bürstenpaare mit der Ständerwicklungsachse zusammenfällt (Bürstenwinkel $\alpha=0$), seien die Größen in Gleichung 3) mit E_T und k_{12} bezeichnet, so daß diese Gleichung lautet:

$$E_T = k_{12}\,.\,J_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3a).$$

Ebenso mögen für den Fall, daß die Bürstenachse zur Ständerwicklungsachse senkrecht steht $\left(\alpha=\frac{\pi}{2}\right)$ die Größen in Gleichung 4) einfach E_R und c_{12}, also Gleichung 4):

$$E_R = v\,.\,c_{12}\,.\,J_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4a)$$

lauten. E_T, E_R, k_{12} und c_{12} stellen die Höchstwerte von E'_T, E'_R, k'_{12} und c'_{12} dar.

Im folgenden werden nachstehende Bezeichnungen angewendet werden:

ν = Periodenzahl,
p = Polpaarzahl,
z_1 = gesamte Leiterzahl der Ständerwicklung,
$2a_1$ = Zahl der parallelen Stromzweige derselben,
s_2 = gesamte Leiterzahl der Läuferwicklung,
a_2 = Zahl der parallelen Stromzweige derselben,
F = Polfläche,
δ'' = korrigierter Luftspalt,
β_1 = Verhältnis des bewickelten Ständerumfanges zum gesamten
ε = Winkelabstand einer Bürste von der Ständerwicklungsachse,
α = Winkel zwischen Bürsten- und Ständerwicklungsachse (bei Einfachbürsten $\alpha=\varepsilon$),
η = Winkel zwischen 2 kurzgeschlossenen Bürsten bei Doppelbürstenschaltung.

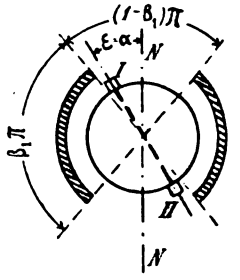


Abb. 2. Einfachbürstenschaltung.

Einfachbürstenschaltung.

Wie früher erwähnt wurde, seien zunächst die Formeln für die in Abb. 2 dargestellte Einfachbürstenschaltung angegeben.

Für koaxiale Bürstenstellung $(\alpha=\varepsilon=0)$ gilt zunächst entsprechend Gleichung 3a) für die gegenseitige Reaktanz:

$$k_{12} = \frac{\pi^2}{40}\,.\,\frac{\nu}{p}\,.\,\frac{z_1 s_2}{a_1 a_2}\,.\,\frac{F}{\delta''}\,.\,10^{-8}\left(\frac{1}{2}-\frac{\beta_1^2}{6}\right) \quad . \quad 5).$$

Der Ausdruck vor der Klammer, der sich bei allen Bürstenstellungen wiederholt, sei mit K bezeichnet, also:

$$K = \frac{\pi^2}{40}\,.\,\frac{\nu}{p}\,.\,\frac{z_1 s_2}{a_1 a_2}\,.\,\frac{F}{\delta''}\,.\,10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad 5a)$$

und

$$k_{12} = K\left(\frac{1}{2}-\frac{\beta_1^2}{6}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5b).$$

Für die Rotationsspannung E_R erhält man für den Faktor c_{12} entsprechend Gleichung 4a), wenn die Bürsten senkrecht zur Ständerwicklungsachse stehen $\left(\alpha=\varepsilon=\frac{\pi}{2}\right)$, den Ausdruck:

$$c_{12} = \frac{\pi}{20}\,.\,\frac{\nu}{p}\,.\,\frac{z_1 s_2}{a_1 a_2}\,.\,\frac{F}{\delta''}\,.\,10^{-8}\left(1-\frac{\beta_1}{2}\right) \quad . \quad 6).$$

Führt man die Abkürzung:

$$C = \frac{\pi}{20}\,.\,\frac{\nu}{p}\,.\,\frac{z_2 s_2}{a_1 a_2}\,.\,\frac{F}{\delta''}\,.\,10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad 6a)$$

ein, so wird:

$$c_{12} = C\left(1-\frac{\beta_1}{2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6b).$$

Wie bereits erwähnt wurde, lauten die in Gleichung 3) und 4) vorkommenden Größen k'_{12} bezw. c'_{12} anders, je nachdem sich die Bürsten im unbewickelten oder bewickelten Ständerteil befinden, weil das trapezartige Feld an der Wicklungsgrenze einen Knick besitzt. Es ergeben sich für die verschiedenen Bereiche von ε, welche aus Abb. 2 leicht abgelesen werden können, folgende als bekannt vorauszusetzenden Formeln:

für $0 \leq \varepsilon \leq (1-\beta_1)\frac{\pi}{2}$:

$$k'_{12} = K\left[\frac{1}{2}-\frac{\beta_1^2}{6}-2\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2\right] \quad . \quad . \quad . \quad 7),$$

$$c'_{12} = C\,.\,2\,\frac{\varepsilon}{\pi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8),$$

*) In „Starkstromtechnik" ist die minutliche Drehzahl n statt des Verhältnisses v eingeführt, so daß dort die Größe c_{12} eine etwas andere Bedeutung hat.

Digitized by Google

für $(1-\beta_1)\frac{\pi}{2} \leqq \varepsilon \leqq (1+\beta_1)\frac{\pi}{2}$:

$$k'_{12} = K\frac{1}{\beta_1}\left\{\frac{1}{3} - \frac{1}{2}(1-\beta_1)^2 + \frac{\varepsilon}{\pi}\left[(1-\beta_1)^2 - 2\frac{\varepsilon}{\pi} + \frac{4}{3}\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2\right]\right\} \quad . \quad 7a),$$

$$c'_{12} = C'\frac{1}{2\beta_1}\left[-(1-\beta_1)^2 + 4\frac{\varepsilon}{\pi} - 4\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2\right] \quad . \quad . \quad . \quad 8a),$$

für $(1+\beta_1)\frac{\pi}{2} \leqq \varepsilon \leqq \pi$:

$$k'_{12} = K\left[\frac{3}{2} + \frac{\beta_1^2}{6} - 4\frac{\varepsilon}{\pi} + 2\left(\frac{\varepsilon}{\pi}\right)^2\right] \quad . \quad 7b),$$

$$c'_{12} = C'.2\left(1-\frac{\varepsilon}{\pi}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8b).$$

somit:

$$\frac{k'_{12}}{k_{12}} = \cos\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9b),$$

$$\frac{c'_{12}}{c_{12}} = \sin\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10b).$$

Das Verhalten eines Motors bei Bürstenverschiebung im Vergleich zu dem idealen Fall sinusförmiger Felder wird nun darnach beurteilt werden können, inwieweit sich die Verhältnisse $\frac{k'_{12}}{k_{12}}$ und $\frac{c'_{12}}{c_{12}}$ von den entsprechenden Werten $\cos\alpha$ bezw. $\sin\alpha$ für Sinusfelder, wie die Gleichungen 9b) und 10b) angeben, bei gleichen Bürstenwinkeln α entfernen. Für die Schaltung in Abb. 2 wurden diese Verhältniszahlen aus den Formeln 5b), 7), 7a) und 7b) bezw. 6b), 8), 8a) und 8b) für verschiedene Werte von $\alpha = \varepsilon$ (von 15 zu 15°) und einige Werte von β_1 (0, 3/4, 1) berechnet und in Tabelle I zusammengestellt. Die Werte von $\cos\alpha$ und $\sin\alpha$ sind ebenfalls angegeben.

Tabelle I. Verlauf der Transformator- und Rotationsspannung bei Einfachbürstenschaltung (Thomson-Motor).

$\alpha°$	$\frac{\alpha}{\pi}$	$\frac{k'_{12}}{k_{12}}$				$\frac{c'_{12}}{c_{12}}$			
		$\beta_1 = 0$	$\beta_1 = \frac{2}{3}$	$\beta_1 = 1$	Sinusfeld ($\cos\alpha$)	$\beta_1 = 0$	$\beta_1 = \frac{2}{3}$	$\beta_1 = 1$	Sinusfeld ($\sin\alpha$)
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
15	$\frac{1}{12}$	0·97222	0·96739	0·96065	0·96593	0·16667	0·25	0·30556	0·25882
30	$\frac{1}{6}$	0·88889	0·86957	0·85185	0·86603	0·33333	0·5	0·55556	0·5
45	$\frac{1}{4}$	0·75	0·70924	0·6875	0·70711	0·5	0·71875	0·75	0·70711
60	$\frac{1}{3}$	0·55556	0·5	0·48148	0·5	0·66667	0·875	0·88889	0·86603
75	$\frac{5}{12}$	0·30556	0·25817	0·24768	0·25882	0·83333	0·96875	0·97222	0·96593
90	$\frac{1}{2}$	0	0	0	0	1	1	1	1

Man erkennt, daß bei einer Ständerwicklung, welche zwei Drittel des Ständerumfanges bedeckt ($\beta_1 = 2/3$) und der üblichen Ausführungsart entspricht, die Werte von $\frac{k'_{12}}{k_{12}}$ und $\frac{c'_{12}}{c_{12}}$ mit $\cos\alpha$ bezw. $\sin\alpha$ fast vollständig übereinstimmen, so daß bei Motoren mit Einfachbürsten und einer derartigen Ständerwicklung mit genügender Genauigkeit alle mit der Bürstenverschiebung zusammenhängenden Fragen unter Annahme sinusförmiger Felder behandelt werden dürfen.

Die Formeln 7b) und 8b) werden im allgemeinen nicht benötigt, da die Werte von k'_{12} und c'_{12} für ε und $\pi - \varepsilon$ die nämlichen sind (bei k'_{12} ändert sich nur das Vorzeichen). Die Formeln sind jedoch der Vollständigkeit halber und für die spätere Aufstellung der Ausdrücke für die Doppelbürstenschaltung angeführt.

Es ist bekannt, daß man unter der Voraussetzung eines sinusförmig verteilten Feldes an einem miteinander starr verbundenen Bürstenpaar eine Transformatorspannung abnehmen würde, welche dem Cosinus des Bürstenwinkels proportional ist, wenn man die Bürstenverschiebung von der Symmetrieachse des Feldes aus zählt. Ebenso verläuft die Rotationsspannung bei gleichbleibender Geschwindigkeit nach einer Sinuslinie. Für die in Abb. 2 dargestellte Schaltung wäre beispielsweise unter Zugrundelegung eines Sinusfeldes bei beliebigem Bürstenwinkel $\alpha\,(=\varepsilon)$, wenn mit N_2 das vom Ständerstrom J_1 erzeugte Läuferfeld bezeichnet wird:

$$E'_T = k'_{12}.J_1 = \frac{\nu}{\sqrt{2}}.\frac{s_2}{a_2}N_2.10^{-8}.\cos\alpha \quad . \quad . \quad 9),$$

$$E'_R = v.c'_{12}.J_1 = \frac{v\nu}{\sqrt{2}}.\frac{s_2}{a_2}.N_2.10^{-8}.\sin\alpha \quad . \quad 10)$$

und für koaxiale bezw. senkrechte Bürstenstellung:

$$E_T = k_{12}.J_1 = \frac{\nu}{\sqrt{2}}.\frac{s_2}{a_2}.N_2.10^{-8} \quad . \quad . \quad . \quad 9a),$$

$$E_R = v.c_{12}.J_1 = .\frac{v\nu}{\sqrt{2}}.\frac{s_2}{a_2}.N_2.10^{-8} \quad . \quad . \quad 10a),$$

Es wurde seinerzeit eine einfache Konstruktion für das Kreisdiagramm des Repulsionsmotors für beliebige Bürstenwinkel unter Annahme sinusförmiger Felder und unter Vernachlässigung des Ohmschen Spannungsabfalles angegeben. Es läßt sich nun zeigen, daß diese Konstruktion stets Giltigkeit bewahrt (Vernachlässigung des Ohmschen Widerstandes vorausgesetzt), wenn folgende zwei Bedingungen angenähert erfüllt sind:

$$\psi = \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11),$$

$$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}.\frac{1}{\cos\psi} = \cos\alpha \quad . \quad . \quad 12).$$

Hierin ist der Winkel ψ durch:

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{c'_{12}}{k'_{12}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13)$$

definiert, wobei $\frac{c'_{12}}{k'_{12}}$ nach Gleichung 3) und 4) das Verhältnis der Rotations- zur Transformatorspannung bei Synchronismus bezeichnet. Das σ' bedeutet den Gesamtstreukoeffizienten bei verschobenen, σ bei koaxialen Bürsten, wobei:

$$1-\sigma' = \frac{k'^2_{12}}{k'_1 k'_2},$$

$$1-\sigma = \frac{k^2_{12}}{k_1 k_2}$$

und daraus:

$$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \left(\frac{k'_{12}}{k_{12}}\right)^2.\frac{k_1 k_2}{k'_1 k'_2} \quad . \quad . \quad . \quad 14).$$

*) E. u. M. 1914, Heft 32.

Digitized by Google

Tabelle II. Vergleich zwischen dem Thomson-Motor $\left(\text{mit } \beta_1 = \frac{2}{3}\right)$ und einem Motor mit Sinusfeld.

α^0	$\frac{c'_{12}}{k'_{12}} = \operatorname{tg} \psi$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \left(\frac{k'_{12}}{k_{12}}\right)^2$	$\cos^2 \alpha$	$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} \cdot \frac{1}{\cos \psi}$	$\cos \alpha$	ψ
0	0	0	1	1	1	1	0
15	0·2575	0·26795	0·93584	0·93300	0·96636	0·96593	14° 26′ 25″
30	0·57296	0·57735	0·75614	0·75	0·87145	0·86603	29° 48′ 40″
45	1·6098	1·0	0·50303	0·5	0·71489	0·70711	45° 16′ 46″
60	1·74376	1·73205	0·25	0·25	0·50255	0·5	60° 10′ 2″
75	3·7393	3·73205	0·06664	0·06699	0·25795	0·25882	75° 1′ 40″
90	∞	∞	0	0	0	0	90°

k'_1 und k_1 bezw. k'_2 und k_2 stellen die Ständer- bezw. Läuferreaktanz bei verschobenen und koaxialen Bürsten dar. k'_1 ist im allgemeinen bei allen Motoren unveränderlich, also:

$$k'_1 = k_1.$$

Bei Einfachbürsten ist ebenso die Läuferreaktanz von der Bürstenstellung unabhängig, also auch:

$$k'_2 = k_2.$$

Es ist dann einfach:

$$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \left(\frac{k'_{12}}{k_{12}}\right)^2 \quad \ldots\ldots \quad 14a).$$

Der Vollständigkeit halber seien für k_1 und k_2 die Ausdrücke ebenfalls angegeben:

$$k_1 = (1+\tau_1)\frac{\pi^2}{40} \cdot \frac{\nu}{p} \cdot \frac{z_1^2}{a_1^2} \cdot \frac{F}{\delta''} \cdot 10^{-8}\left(1 - \frac{2}{3}\beta_1\right) \quad 15),$$

$$k_2 = (1+\tau_2)\frac{\pi^2}{40} \cdot \frac{\nu}{p} \cdot \frac{s_2^2}{a_2^2} \cdot \frac{F}{\delta''} \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1}{3} \quad \ldots \quad 16).$$

Mit τ_1 und τ_2 sind hierin der primäre bezw. sekundäre Streukoeffizient bezeichnet.

Aus den Gleichungen 11) und 13) folgt, daß

$$\frac{c'_{12}}{k'_{12}} = \operatorname{tg} \alpha \quad \ldots\ldots \quad 17)$$

sein soll, und wenn diese Bedingung, also Gleichung 11), erfüllt ist, kann man die Bedingung 12) auch schreiben:

$$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \cos^2 \alpha \quad \ldots\ldots \quad 18).$$

Unter Voraussetzung sinusförmiger Feldverteilung werden diese beiden in Gleichung 17) und 18) angegebenen Bedingungen genau erfüllt, wie sich aus Gleichung 9) und 10) für das Verhältnis $\frac{c'_{12}}{k'_{12}}$ und aus Gleichung 9b) und 14a) für $\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}$ ergibt. Für eine gewöhnliche Ständerwicklung mit $\beta_1 = 2/3$ und Einfachbürsten wurden diese beiden Verhältnisse

$$\frac{c'_{12}}{k'_{12}} \text{ und } \frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \left(\frac{k'_{12}}{k_{12}}\right)^2$$

aus den Formeln 5a), 6a), und 7) bis 8b) für mehrere Bürstenwinkel berechnet und mit den Werten von $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\varepsilon$ und $\cos^2\alpha = \cos^2\varepsilon$ in Tabelle II zusammengestellt. Auch der Winkel ψ, berechnet nach Gleichung 13) und der Ausdruck $\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} \cdot \frac{1}{\cos\psi}$ nach Gleichung 12) wurden mit der Vergleichsgröße $\cos\alpha$ darin aufgenommen.

Die gute Übereinstimmung des Wertes $\frac{c'_{12}}{k'_{12}}$ mit $\operatorname{tg}\alpha$ bezw. des Winkels ψ mit α und ebenso des Ausdruckes $\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}$ mit $\cos^2\alpha$ bezw. $\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} \cdot \frac{1}{\cos\psi}$ mit $\cos\alpha$ zeigt also, daß die seinerzeit angegebene Konstruktion des Kreisdiagrammes auch für die übliche Ausführungsart der Motoren mit Einfachbürsten ohne wesentliche Fehler angewendet werden darf und daß die Annahme sinusförmiger Felder in dieser Beziehung zulässig ist.

(Schluß folgt.)

Die Entwicklung der amerikanischen Elektroindustrie im Jahre 1917.

Von **F. Niethammer**, Prag.

Unter den elektrotechnischen Großfirmen Amerikas nimmt bekanntlich die General Electric Co., Schenectady, New York, eine führende Rolle ein. Es mag demnach ein Bericht des Publication Bureau dieser Unternehmung*) über ihre Leistungen im abgelaufenen Jahr ein größeres Interesse beanspruchen, weil er ein Bild über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Elektrotechnik in Amerika gibt.

Wenn auch die eigentlichen Kriegsleistungen im Bericht verschwiegen werden, so bietet doch der Bericht eine Menge des Interessanten. Die Zunahme des Absatzes in manchen normalen Artikeln betrug einige hundert Prozente gegenüber dem Maximum früherer Jahre. Manche Großmaschinen wurden mit einer Raschheit hergestellt, die früher nie erreicht worden war. Die Großdampfturbinen für 35 000 kW, 1800 U. p. min, 60 Per/s werden mit einem einfachen Zylinder und mit einseitiger Dampfströmung ausgeführt (keine Doppelgehäuse und kein Doppelstrom mehr). Turbogeneratoren und Schiffsantriebe mit Räderantrieb wurden verschiedentlich geliefert. Zur direkten Kupplung mit Wasserturbinen wurden Generatoren mit horizontaler Welle für 20 000 kVA, 360 U. p. min, 6600 V, 60 Per/s offenbar für Francisturbinen mit 25 000 PS und 140 m Gefälle gebaut. Erwähnenswert sind einige langsamlaufende Wasserturbinengeneratoren mit vertikaler Welle für 10 000 kVA, 55·6 U. p. min, 6600 V, 60 Per/s, die demnach 130 Pole haben. Die General Electric Co. pflegt offenbar den Bau von Wasserturbinengeneratoren mit vertikaler Welle und hat dafür ein Hängespurlager mit federnder Abstützung ausgebildet, das sich Ungenauigkeiten in der Montage ausgezeichnet und selbsttätig im Betrieb anpaßt, da die Spurplatte auf einem dreifachen Kranz von Dutzenden von Spiralfedern aufruht. Die Reibflächen haben radiale Schmierkanäle. Mehr als 30 Wasserturbinengeneratoren mit Leistungen zwischen 2500 und 10 000 kVA, 50 Per/s und horizontaler Welle wurden ins Ausland geliefert. Beachtenswert sind vier Drehstromgeneratoren zur direkten Kupplung mit Gasmaschinen der Betlehem Steel Co. für 6250 kVA, 6600 V, 25 Per/s und 88 U. p. min, die wohl zu den größten Gasmaschinensätzen gehören. Nicht weniger als 65 000 PS an Synchronmotoren zum direkten Kompressorantrieb wurden geliefert mit Leistungen zwischen 150 und 1020 PS.

Ein hydroelektrisches Kraftwerk mit zwei synchronen Vertikalgeneratoren von je 500 kW, 60 U. p. min, 2300 V und 60 Per/s arbeitet vollständig selbsttätig ohne jegliche Bedienung parallel mit dem 1 km entfernten Dampfkraftwerk der Iowa Railway and Light Co. in Cedar

*) Nach „General Electric Review", Jänner 1918.

Digitized by Google

Rapids Iowa. Durch Schwimmerschalter werden die Turbinengeneratoren je nach dem Wasserstand selbsttätig zu- und abgeschaltet; das Zu- und Abschalten kann auch durch Fernsteuerung vom Dampfkraftwerk geschehen. Durch Wasserstau wird das Wasserkraftwerk zur Spitzendeckung herangezogen. Die Wasserkraftstation wird nur periodisch nachgesehen.

Für weit veränderliche Drehzahl durch Feldregelung ist eine Reihe neuer Gleichstrommotoren von 2 bis 125 PS entwickelt worden, die nicht nur mit Wendepolen, sondern auch mit Querspulen (Kompensationswicklung) versehen sind. Jeder der vier gestanzten Polschuhe hat vier Nuten. Die Querspule unterdrückt die beträchtlichen Verluste durch den Querfluß und das Rundfeuer am Kommutator.

Neue Vollbahnprojekte sind nicht realisiert worden, aber bestehende elektrische Vollbahnen ausgebaut worden: Die Newyork Central Railroad hat zehn weitere elektrische Schnellzugslokomotiven in Betrieb genommen. Es sind Lokomotiven der Type 1914 mit acht zweipoligen Motoren, die später die Züge von New York nach Albany bringen werden. Die Lokomotivunterhaltungskosten (maintenance) sind 3·5 cents pro englische Meile. Auf derselben Strecke sind jetzt auch 40 Motorwagen je mit zwei GE 260 Motoren und pneumatischer Steuerung im Betrieb. Die Canadian Northern Railway nahm auf ihrem Montreal Bahnhof fünf Stück 83 t-Lokomotiven für 2400 V Gleichstrom in Betrieb. Die stromliefernde Unterstation am Portal des drei englischen Meilen langen Tunnels unter dem Mt Royal enthält drei 1500 kW Motorgeneratoren, die 11 000 V Drehstrom von 60 Per/s mit Hilfe von je zwei Gleichstromgeneratoren in 2400 V umformen.

Auf der 700 km langen elektrifizierten Strecke der Chicago, Milwaukee and St. Paul Railway*) mit 3000 V Gleichstrom laufen jetzt 24 Güterzugslokomotiven mit 282 t, 12 Personenzugslokomotiven von 300 t einschließlich Heizanlage und für gegen 100 km/h auf ebener Strecke und sechs etwa gleich schwere Güterzugslokomotiven, die im Notfall auch die Personenzüge fahren können. Zwei 70 t-Lokomotiven besorgen den Verschiebdienst. Die 300 t-Lokomotiven kann man für Lokalzüge auch getrennt in zwei 150 t-Hälften benutzen. Sieben weitere Unterstationen dieser Strecke sind fertig geworden und für weitere 340 km Strecke sind fünf Unterstationen Streckenmaterial, zwei Verschieblokomotiven von 70 t und fünf Stück 300 t-Personenzugslokomotiven mit zweipoligen Motoren ohne Zahnradübersetzung in Auftrag gegeben worden**); alle bisher gelieferten Motoren arbeiten mit Zahnradübersetzung. Die General Electric Co. hat bisher gegen 15 ganz automatische Bahnunterstationen***) mit Einankerumformern ohne Bedienung geliefert und hat jetzt 30 weitere mit Leistungen zwischen 200 und 1500 kW im Bau. Dutzende von leichten Lokomotiven mit 30 bis 80 t Gewicht, meist mit zwei Drehgestellen wurden fertiggestellt, ferner 1500 Stück GE 258-Motoren und 900 Stück GE 247-Motoren für leichte Straßen- und Vorortbahnwagen. Nach Japan, Indien, Italien, Spanien gingen viele Exemplare des ventilierten Wendepolbahnmotors GE 249 von 43 PS bei 600 V, auch über 1000 Motoren der Untergrund- und Hochbahntypen wurden abgesetzt.

Auffallend groß ist eine dreiachsige 30 t-Grubenlokomotive für 1200 mm-Spur mit drei Stück 125 PS 500 V-Motoren, Vielfachsteuerung und Druckluftbremse sowie 5500 kg Zugkraft bei 14 km/h. Zwei Einheiten können zu 60 t zusammengekuppelt werden. Eine 40 t-Industrielokomotive für 910-mm Spur ist insofern von Interesse, als sie wegen eines niedrigen Tunnels folgende beschränkte Abmessungen haben muß: Länge 9100 mm, Breite 1850, Höhe über dem Kasten 2730 mm; sie besteht aus zwei Drehgestellen mit vier Stück 500 V-Motoren und entwickelt bei 11 km/h 7200 kg Zugkraft. Sie hat HC-Steuerung, das ist eine Schützensteuerung mit Handbetätigung, die neben der elektrischen und pneumatischen Schützensteuerung von der General Electric Co. entwickelt worden ist: Die Hauptschützen werden mit Hilfe eines Steuerhebels mit Sperrklinke durch unrunde Scheiben (cams) betätigt, über dem Schützenkasten liegen die mit Handrad bedienten Schaltwalzen zum Umsteuern und Reihenparallelschalten, die entsprechend gegeneinander blockiert sind; zwischendurch geht die mit Handrad betriebene Bremsstange.

Als Gegensatz sei die kleinste Grubenlokomotive, eine Akkumulatorenlokomotive mit 2 t Gewicht für 510 mm-Spur erwähnt. Sie hat eine effektive Zugkraft von 180 kg bei 4·8 km/h. Die Batterie selbst mußte in einem Anhänger untergebracht werden, der etwa so groß ist wie die Lokomotive selbst. Diese Maschine wird unter Tag auf wechselnden Horizonten benutzt und muß deshalb in der Förderschale befördert werden. Ihre Außenmaße sind: Länge 1220 mm, Breite 860 mm und Höhe 890 mm. Bisher wurden die raschlaufenden Motoren dieser langsamfahrenden Akkumulatorenlokomotiven mit doppelter Zahnradübersetzung ausgerüstet, in 1917 wurden für denselben Zweck zwei Motortypen, eine für 6 und eine für 12 PS mit langsamlaufendem Anker für 85 V und einfacher Zahnradübersetzung durchgebildet. Dadurch wurde der Stromverbrauch herabgesetzt und der Aktionsradius erhöht.

Für Hauptschachtfördermaschinen wurden 90 elektrische Ausrüstungen mit zusammen 22 000 PS, meist Asynchronmotoren fertiggestellt. Für Erzgruben wurde eine 1800 PS- und eine 900 PS-Förderanlage mit Ilgner-Ward Leonard-Umformer ausgerüstet. Auch für Kohlenfelder wurden solche Anlagen mit 1400 PS-Motoren geliefert. Diese Förderanlagen, die 3·25 t Kohle pro Zug fördern, sind in ihrer wesentlichen Anordnung von deutschen Ausführungen übernommen, man benutzt Unterseil und zylindrisch-konische Fördertrommeln.

Am Baltimore- und Ohio-Kohlenpier wurde eine Kohlenumladevorrichtung errichtet, die gestattet, in einer h die Kohle von 45 Stück 100 t-Wagen oder 60 Stück 50 t-Wagen in Schiffe umzuladen. Die Anlage besteht aus einer großen Zahl geneigter Förderbänder (conveyer), die aus Bunkern gespeist werden, in welche die Eisenbahnwagen entleert werden. Die vier Hauptförderbänder, die längs des Piers oder Kais laufen, sind etwa 300 m lang, haben 1500 mm breite Riemenbänder; jedes wird durch einen 300 PS-Motor mit 2·15 m/s betrieben. Diese Längsförderer werfen die Kohle auf Schüttelförderer, die in vier längs des Piers fahrbaren Querbrücken untergebracht sind und die mit 35 PS Motoren die Kohle ins Schiff werfen. Die Stromzuführung zu den 500 V-Gleichstrommotoren auf den beweglichen Brücken und Türmen geschieht ausschließlich durch Kabeltrommeln; die Kabel werden durch Gewichte oder durch Motoren mit konstantem Drehmoment gespannt.

Gleichstrom-Kranmotoren wurden doppelt soviel geliefert wie in früheren Jahren, speziell kleine Typen für Schiffswerften. Auffallend sind sechs große Laufkrane, drei davon für 225 t Tragkraft und einer intermittierenden Motorleistung von zusammen 830 PS pro Kran. Die Hubgeschwindigkeit bei 225 t ist 12 m/min, bei 60 t 36 m/min. Zum Antrieb wird eine Ward Leonard-Steuerdynamo benutzt.

*) Siehe E. u. M. 1918, Heft 10, Seite 115.

**) Nach der Bauart der obenerwähnten Lokomotiven der New York Central Railroad.

***) Vgl. E. u. M. 1915, Seiten 586.

Digitized by Google

Drei der Laufkrane heben 330 t mit 3·8 m/min am Zughaken und haben folgende intermittierende Motorleistungen: Zwei Hubmotoren zu je 200 PS, zwei Hilfshubmotoren zu je 105 PS, einen 80 PS Motor für die Bewegung der Hauptkatze und einen von 30 PS für die Hilfskatze und zwei 50 PS-Motoren für die Kranlängsbewegung. Zwei fahrbare Hammerdrehkrane mit langem Ausleger, auf dem eine Greiferkatze für 4 t Kohle bei 150 m/min Hubgeschwindigkeit läuft, sind je mit einem einzigen 375 PS-Schleifringmotor versehen, der mit einer als Erreger dienenden 40 PS-Gleichstrommaschine zum elektrischen Senkbremsen direkt gekuppelt ist.

Die Charge elektrischer Stahlöfen ist in 1917 auf 20 t erhöht worden und dürfte auf 30 t gesteigert werden. Die Leistungen der Ofentransformatoren und die Ofenspannungen sind erhöht worden. Beim 6 t-Ofen ist man mit der Transformatorleistung von 900 kVA auf 1500 kVA, ja auf 1800 kVA bei 100 V gegangen und bei 150 V auf 2250 kVA. Zum Raffinieren bleibt man wohl bei 100 V, zum Schmelzen geht man auf 173 V durch Übergang von Stern- auf Dreieckschaltung. Diese Spannungssteigerung an den Drehstromöfen drückt den Strom herunter, verbessert den Leistungsfaktor und sichert für den Notfall eine Leistungssteigerung; zur Sicherheit werden allerdings während der Schmelzperiode Drosselspulen in die Zuleitungen geschaltet. Die Ofensteuerung geschieht vollständig selbsttätig an einem eigenen Schaltfeld, ähnlich wie dies auch in Deutschland nach „Stahl und Eisen", 1917, der Fall ist. Zum Heben und Senken der Elektroden dient ein gekapselter Gleichstromnebenschlußmotor mit 1 bis 1·5 PS für kleine Öfen und 5 PS bei 15 bis 20 t-Öfen; zum Stillsetzen wird er als Generator elektrisch gebremst.

An Hauptwalzenstraßenantrieben kamen 60 000 PS hinzu, so daß, wenn man nur Leistungen über 300 PS in Betracht zieht, von der General Electric Co. total an Walzenzugsmotoren 315 000 PS bisher geliefert wurden. Die erste Umkehrwalzenstraße wurde von der General Electric Co. in 1917 in Betrieb genommen, was in Deutschland schon vor etwa 15 Jahren geschehen ist. Eine Reihe anderer elektrischer Reversierstraßen ist bei der General Electric Co. im Bau. Die ersterwähnte fertige Reversierstraße von 910 mm hat einen Antriebsmotor von 2500 PS, 40 bis 120 U. p. min mit Wendepolen und Querspulen. Der zugehörige Schwungradumformer macht 360 U. p. min, das Schwungrad von 45 t sitzt zwischen dem 2000 PS-Induktionsmotor und der kompensierten Gleichstromdynamo, während bei den Schwungradumformern für Förderanlagen das Schwungrad abkuppelbar, seitwärts vom Umformer sitzt. Die größte in Ausführung begriffene Umkehrstraße erhält einen 5600 PS Walzenzugsmotor mit 22 000 PS Stoßleistung der aus zwei Einheiten zusammengebaut ist.

Zur Geschwindigkeitsregelung von Drehstrommotoren hat die General Electric Co. bisher 49 Regelsätze nach einer modifizierten Scherbiusanordnung der Kommutatormaschinen ausgeführt. Zum Antrieb einer Triostraße ist ein 4000 PS-Induktionsmotor mit stetiger Geschwindigkeitsregelung von 130 bis 155 U. p. min, außerdem sind viele ähnliche kleinere Motoren mit Regelsätzen bestellt worden, ferner Turbokompressoren und rotierende Gassauger. Einen Rekord in der Lieferzeit stellt die Bestellung eines Walzenzugsmotors für 4000 PS, 83 U. p. min, 6000 V dar, die am 10. Mai erfolgte; der Motor wurde samt einem direktgekuppelten 45 t-Schwungrad am 17. Oktober in Betrieb genommen.

Für Zuckerrohrfabriken auf Kuba wurde ein neuer elektrischer Antrieb für die Walzenpressen zum Auspressen des Zuckerrohrs entwickelt, wobei der Zuckerrohrabfall zum Heizen der Kraftwerkskessel herangezogen wird. Bisher benutzte man Induktionsmotoren mit Handregelung durch Rotorwiderstand. Um die richtige Walzengeschwindigkeit ohne Rücksicht auf die veränderliche Zuckerrohrmenge aufrecht zu erhalten, werden diese Antriebsmotoren von einem eigenen Turbogenerator mit veränderlicher Antriebsgeschwindigkeit, die selbsttätig nach Bedarf eingestellt wird, betrieben. Auf der Welle jedes Motors sitzt ein kleiner Gleichstrommagnetgenerator, der selbsttätig sowohl den Vorschaltwiderstand vor den Schleifringen durch einen Hilfsmotor wie den elektrisch gesteuerten Dampfturbinenregler beeinflußt; der letzte stellt auf eine der veränderlichen Frequenz proportionale Spannung ein. Der Walzenpressenantrieb erfordert einen Motor von 200 PS bei 440 V und eine zwischen 45 und 65 veränderliche Frequenz.

Der Strombedarf der elektrisch angetriebenen Schleifsteine zur Herstellung von Holzschliff für Papierfabriken ist meist äußerst schwankend, je nachdem die Taschen gefüllt oder geleert sind oder der Anpressungswasserdruck sich ändert. Die General Electric Co. hat nun für diesen Zweck einen Selbstregler gebaut, der die Stromschwankungen in engen Grenzen hält: Ein kleiner Asynchronmotor liegt über einem Serientransformator im Hauptstrom und verstellt ein Drosselventil, das den Preßwasserzulauf regelt. Durch diese Anordnung wird auch die Produktion gleichmäßiger und damit gesteigert.

Für den Antrieb von Gummiwalzen in Gummifabriken wurde eine halbautomatische Schützensteuerung für Gleichstromdreileiterbetrieb bei 115 bis 230 V und Geschwindigkeitsregelung durch Feldschwächung 1 : 4 entworfen. Längs der Kalanderwalze läuft ein Seil zur raschen Notausschaltung, mit dessen Hilfe die Stromzuführung unterbrochen und der Motor elektrisch gebremst wird. Die gegenseitige Verriegelung der Schützen geschieht mechanisch, nicht elektrisch, da die zugehörigen Hilfskontakte bei elektrischer Verrieglung durch den Schwefel der Gummimühle unbrauchbar wurden. Der Antriebsmotor für 75 oder 125 PS hat Wendepole und Querspulen.

Das Versuchslaboratorium der General Electric Co. wurde mit Kriegsbeginn in den Dienst der Regierung gestellt. Hervorzuheben aus seinen Arbeiten sind die tragbaren Röntgenausrüstungen mit 400 kg Gesamtgewicht. Ein Einzylinderbenzinmotor mit Luftkühlung ist mit einer 1 kW-Gleichstrommaschine, von der mit Hilfe zweier Schleifringe Wechselstrom von 47 Per/s abgenommen wird, direkt gekuppelt. Die Brennstoffzufuhr aus dem Vergaser wird durch ein an der Gleichspannung liegendes Solenoid geregelt, das auf ein Drosselventil einwirkt; durch einen Vorschaltwiderstand vor diesem Solenoid wird eine bestimmte Drehzahl eingestellt. Da die verwendete Röntgenröhre von Coolidge*) den Wechselstrom selbst gleichrichtet, so wird der vom Generatorschleifring abgenommene Wechselstrom einem ölgekühlten Hochspannungstransformator zugeführt, von dessen Hochspannungswicklung die Röntgenröhre gespeist wird. Im geerdeten Nullpunkt dieser Wicklung liegt ein Milliamperemeter. Zur Erzielung der Gleichrichterwirkung wird die Antikathode, die mit der Anode zusammenfällt, kräftigst gekühlt, so daß keine Elektronen aus ihr entweichen können. Die um 45° gegen die Achse geneigte Antikodenscheibe aus Wolfram sitzt auf einer 16 mm starken Kupferstange, auf die außerhalb der Röhre ein großer Plattenradiator aufgesetzt ist. Im Gegensatz dazu wird die Kathode durch eine Heizspirale geheizt und dadurch das Entweichen der Elek-

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 601.

Digitized by Google

tronen an der Kathode erleichtert. Dieser Heizstrom wird einem besonderen Heiztransformator mit Selbstregler entnommen. Da die Spannung bei Belastung sinkt, ist vor den Heiztransformator ein Zusatztransformator geschaltet, der eine mit dem Belastungsstrom wachsende Zusatzspannung für die Heizspirale liefert. Für die Zündung des Benzinmotors ist ein Zündtransformator vorgesehen. Ein Ausschalter, zu dem ein Kondensator parallelgeschaltet ist, wird durch eine unrunde Scheibe periodisch unterbrochen, wobei die entstehende Extraspannung an der Zündkerze den erforderlichen Funken einleitet. Als Reserve ist eine Zündbatterie vorgesehen. Die Anlage arbeitet mit 122 V Wechselspannung am Generator und 10 Milliampere an der Röhre. Bei 10 Milliampere und 57 500 V (effektiv) an der Röntgenröhre liefert der Generator 820 W, die sich folgendermaßen verteilen:

Verluste	Leitungsverlust	10 W
	Zusatztransformator	12 „
	Heizspulenregler	14 „
	Heiztransformator	5 „
	Heizspule	43 „
	Energie am Röntgentransformator	694 „
	Total	778 W

Die eben erwähnte gleichrichtende Röntgenröhre wird unter dem Namen Kenotron*) als Gleichrichter benutzt. Es ist eine stark evakuierte Röhre mit zwei Metallelektroden, von denen die eine kalt gehalten und die andere durch einen Heizstrom glühend gemacht wird. Die erhitzte Elektrode ist dauernd der Minuspol. Das Kenotron wird speziell zur Erzeugung hoher Gleichspannungen benutzt, um nach dem Cottrell-Prozeß aus Gasen und Rauch brauchbare Materialien oder schädliche Gase niederzuschlagen**). Früher wurde dafür ein mechanischer Gleichrichter verwendet, der aber durch Lärm und Überspannungen zu Schwierigkeiten Anlaß bot. Im Jahr 1917 wurde eine Reihe solcher Anlagen zum Niederschlagen fester Teile aus Rauch und Gas ausgeführt, und zwar zur Behandlung von Hochofengasen, zur Rauchunterdrückung in Lokomotivschuppen, zur Rückgewinnung von Säuren in chemischen Fabriken und in Kupferhüttenwerken. Das Kenotron eignet sich auch ausgezeichnet zur Kabelprüfung bis 60 000 V und darüber, wofür bisher auch mechanische Gleichrichter, zum Beispiel der von Delon (E. T. Z. 1913, S. 495), verwendet werden. Die gesamte Kabelprüfeinrichtung mit allem Zubehör wiegt nur 450 kg.

Im Jahre 1917 wurden etwa 5000 Tungar-Gleichrichter verkauft. Es ist dies offenbar ein nach Art des Neefschen Hammers arbeitender, durch einen Wechselstrommagneten betätigter mechanischer Unterbrecher, der durch geeignete Schaltung beide gleichgerichteten Wellenhälften ausnutzt. Er bleibt auf kleine Leistungen beschränkt und zwar für 0·1 A und 7·5 V bis 15 A und 108 V. Dieser Gleichrichter wird zum Laden kleiner Lichtbatterien für Selbstfahrer, für Klingeln, Fernsprecher und medizinische Zwecke verwendet. Merkwürdig ist es, daß im ganzen Bericht nichts vom Quecksilberdampf-Gleichrichter erwähnt ist.

Auch der elektrostatische Kondensator zur Verbesserung des Phasenfaktors ($\cos\varphi$) ist in eine praktisch und kommerziell brauchbare Form gebracht worden. Er wird in altbekannter Weise aus Lagen von Papier und Zinnfolie aufgebaut und in ein Ölgefäß versenkt. Die einzelnen Abschnitte sind getrennt gesichert und der ganze Apparat mit Hilfe eines Ölschalters über eine kleine Drosselspule ans Netz geschaltet. Gegenüber dem rotierenden Kondensator (Synchronmotor) hat der elektrostatische Apparat den Vorteil, daß der Verlust weniger als 1% der totalen kVA bei jeder Kapazität beträgt, er braucht keine Bedienung und weniger Platz und wiegt weniger als die rotierende Maschine, macht auch keinen Lärm. Einheiten für 50 bis 300 kVA, 40 und 60 Per/s bei Spannungen von 220 bis 2300 V sind in erfolgreichem Betrieb, ein 400 kVA-Satz ist im Bau.

Ein anderer alter Gedanke ist in Form eines Spannungsberuhigers (voltage stabilizer) entwickelt worden. In gemischten Licht- und Kraftanlagen machen sich die Belastungsstöße der Motoren durch Spannungs- und Lichtschwankungen an den Lampen oft höchst unangenehm fühlbar. Es wird nun in einen Pol der gemischten Anlage ein Zweispulentransformator derart eingeschaltet, daß die Primärwicklung den Motor- oder Kraftstrom, die Sekundärwicklung den Lampenstrom führt. Bei großem Kraftstrom wird dadurch die sinkende Spannung durch eine Zusatzspannung an den Lampen wieder auf das richtige Maß erhöht, allerdings an den Motoren gleichzeitig herabgedrückt. Der Transformator wird mit niedrigen Eiseninduktionen und mit einem Luftspalt ausgeführt.

Im Transformatorenbau ist die General Electric Co. auch bei großen Typen immer mehr zu kreisrunden Spulen und zum Kerntransformator übergegangen, vor allem wegen der günstigen Isolation und der großen Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Kräfte bei Kurzschlüssen. Zur Erzielung gleichmäßiger Erwärmung unter Vermeidung heißer Stellen werden viele dünne Spulen und viele Ölkanäle verwendet. Der größte amerikanische Transformator ist ein dreiphasiger Autotransformator für 25 000 kVA mit einer Höchstleistung von 50 000 kVA; er ist der Aufwärtstransformator für einen Dampfturbogenerator von 45 000 kVA, 60 Per/s und erhöht 12 200 auf 24 400 V. Sein Vollastwirkungsgrad ist 99·4%, bei $^3/_4$- und $^1/_2$-Last 99·5 und bei $^1/_4$-Last 99·3%. Die Eisenverluste sind also nur 0·15%, die Kupferverluste 0·45% der Vollast von 50 000 kVA. Der ganze Transformator gleicht im Aufbau den bekannten deutschen oder europäischen dreiphasigen Kerntransformatoren im Gegensatz zu den früher in Amerika üblichen Manteltransformatoren. Deutsche Firmen bauen bereits Transformatoren für 60 000 kVA. Bemerkenswert sind die großen Leistungen, die in vollständig selbstgekühlten Transformatoren erreicht werden, nämlich bei 25 Per/s noch 8000 kVA für 44 000/6600 V, von denen drei zu einem Dreiphasensatz zusammengebaut werden. Diese Type ist als Manteltransformator, aber auch mit runden Spulen, nicht mehr mit den bekannten amerikanischen Pfannkuchenspulen ausgebildet. Das Ölgefäß aus Wellblech ist mit einem ganzen Kranz von gewellten Öltaschen umgeben, wie sie ja bei uns seit längerer Zeit üblich sind. Der Spulenaufbau ist so solid durchgeführt, daß die Wicklung Kurzschlüsse mechanisch aushält. Eine größere Anzahl Transformatoren der erwähnten Bauart ist für elektrische Öfen geliefert worden. Auch der bekannte Ölkonservator der Siemens-Schuckert-Werke ist von der General Electric Co. übernommen worden: Das Transformatorgefäß wird öl- und luftdicht abgeschlossen und oben eine Expansionskammer aufgesetzt, darin vollzieht sich die ganze Ölexpansion und -kontraktion. Feuchtigkeit ist also vom Transformator ferngehalten und Gas- und Luftsäcke können sich im Innern nicht ausbilden.

Da man hierzulande sich ebenfalls mit der Normalisierung oder Vereinheitlichung der Spannungen und Nennleistungen befaßt*), so sind die entsprechenden

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seiten 238, 346; 1916, Seite 289.

**) Siehe darüber A. Slaby „Glückliche Stunden". Vgl. E. u. M. 1914, Seite 585; 1915, Seiten 250, 321; 1916, Seite 96.

*) E. u. M. 1917, Seite 561.

Digitized by Google

Arbeiten bei der General Electric Co. von besonderem Interesse. Die Transformatoren werden nach ihrer Verwendung klassifiziert: Kraftwerkstransformatoren, Unterwerkstransformatoren und Netztransformatoren; die beiden ersten sind vor allem Einheiten über 200 kVA, die letzten unter 200 kVA. Die dreiphasigen Nennleistungen sind: 1, 1·5, 2, 2·5, 3·5, 7·5, 10, 15, 20, 25, 37·5, 50, 75, 100, 125, 150, 200 ferner 300, 450, 600, 750, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500, 3000, 3750, 5000, 6000, 7500, 10 000 und 15 000 kVA; die einphasigen Leistungen $^1/_3$ davon. Normale Übertragungsspannungen sind: 2300, 4600, 6600, 11 000, 13 200, 22 000, 33 000 V. Als normale Licht- und Motorspannungen werden angesehen die Werte zwischen 110/220/440/550 und 115/230/460/575 V. Unterwerkstransformatoren erhalten normal vier Anzapfungen mit je 2·5% Spannungsänderung.

Die nur in Amerika üblichen Transformatoren für konstanten Strom zur Speisung hintereinandergeschalteter Lampen sind radikal umgebaut worden. Gußeisen ist durchweg durch Profileisen ersetzt worden, die Isolation ist von den Spulen auf den Kern des Manteltransformators verlegt worden. Bis 5000 V werden sie luftgekühlt ausgeführt. Drehtransformatoren zur Spannungsregelung in ausgedehnten Netzen sind weit verbreitet, zu den größten Einheiten gehört ein solcher Drehtransformator für 1000 kVA, 11 000 V, 60 Per/s, der vollständig in Öl sitzt. Der Hilfsmotor zur Verdrehung wird mit Kugellager ausgerüstet.

Strombegrenzende Drosselspulen mit Betonkern erfreuen sich weitgehender Beliebtheit. Eine der größten Typen wurde für 2300 kVA, 25 Per/s in einem 12 000 V-Netz zur Erzeugung einer Reaktanzspannung von $16^2/_3$% eingebaut.

Vor die in Hochspannungsanlagen allgemein üblichen Aluminiumblitzableiter wurden von 14 000 V aufwärts an Stelle der Hörnerfunkenstrecken oder neben diesen Kugelfunkenstrecken geschaltet, welche rascher ansprechen und damit einen besseren Schutz für die angeschlossenen Apparate gewähren.

Nach den Vorschriften des American Institute of Electrical Engineers sind alle Wechselstromerzeuger mit Spannungen über 5000 V, über 500 kVA Leistung und über 500 mm Statorlänge mit eingebauten Temperaturspulen auszurüsten; dazu gehört ein Meßfeld, an dem man stets die Temperatur der verschiedenen Wicklungsteile ablesen kann. Die Wirkungsweise beruht auf der Verwendung und Änderung eines Kupferwiderstandes, der auf die Nutisolation aufgelegt wird. Das Widerstandsmeßinstrument ist direkt in Celsiusgraden geeicht und ist ein Differentialvoltmeter, dessen eine Spule an einem Manganinwiderstand und dessen andere an dem erwähnten eingebauten Kupferwiderstand liegt.

Die Heizwiderstände der Warmwasserapparate zum direkten Einbau in Wasserleitungen erhalten leicht herausnehmbare Patronenheizkörper, die derart jederzeit rasch von angesetztem Kesselstein gereinigt werden können. Ein solches zylindrisches, geschütztes Heizelement kann auch zum Eintauchen in beliebige Flüssigkeiten als Tauchheizer verwendet werden. Zum selbsttätigen Heizen von Wasser ist ein einfacher Thermostat entwickelt worden, der auf der Durchbiegung eines Diaphragmas durch das warme Wasser beruht und innerhalb 10° funktioniert. In Amerika sind viele tragbare Gasöfen in elektrische Backöfen umgebaut worden. Die Leistungen der elektrischen Backöfen sind: 50, 80 und 150 Laib Brot in 3, 4 oder 6 Schichten übereinander. Der Schalter besteht aus einer kräftigen abgedeckten Regulierschaltwalze, alle Leitungen und die Heizelemente sind kräftig abgedeckt; es sind Drahtspulen, die in sich selbst isoliert sind und keine isolierende Stützen brauchen. Die Heizelemente sind im Ofengrund angeordnet und die heiße Luft steigt an den Seiten in die Höhe. Die Öfen sind durch eine 50 mm starke Isolierschicht wärmedicht abgedeckt. Die herausziehbaren Ofenbleche können auch mit Backsteinen belegt werden. Die beste Spannung ist 220 V. Auf Unterseebooten ist die elektrische Küche besonders am Platze, da sie Feuer und andere Gefahren am ehesten vermeidet. Für solche Zwecke muß der elektrische Herd zerlegbar sein, die einzelnen Heizelemente werden durch Drehschnappschalter ein- und ausgeschaltet.

Im Glühlampenbau ist verhältnismäßig wenig Neues zu berichten. Die Knappheit mancher Stoffe führte zur Verwendung von Ersatzstoffen. Für Lichtbilderprojektionen ist eine besondere Niederspannungslampe für 20 und 30 A bei 30 und 25 V mit sehr konzentriertem Faden entwickelt worden. Die Fadentemperatur wird so hoch getrieben, daß die Lampen nur 100 h Benutzungsdauer haben. Außerdem wird ein prismatischer Kondenser und hinter der Lampe ein sphärischer Spiegel verwendet. Besonderen Anklang hat eine Glühlampe mit blauer Birne gefunden, die wohl der von den Siemens-Schuckert-Werken gebauten ähnlich ist; sie wird in manchen Warenhäusern und auch bei manchen technischen Prozessen verwendet und wird für 75, 100, 150, 200, 300 und 500 W geliefert. Im ganzen wurden im Jahre 1917 ohne Miniaturlampen 165 Mill. Metalldrahtlampen in den Vereinigten Staaten verkauft, wozu noch 75 Mill. Miniaturlampen kommen. Die durchschnittliche Kerzenstärke stieg von 18 Kerzen im Jahre 1907 auf 48 Kerzen im Jahre 1917, dabei sank der Verbrauch von 52 W auf 48 W. Die durchschnittliche Kerzenstärke für Glühlampen zur Straßenbeleuchtung war im Jahre 1907 35 Kerzen, in 1917 aber 165 Kerzen, allerdings sind auch Bogenlampen vielfach durch Metalldrahtlampen ersetzt worden; wenn man diese Ersatzlampen ausläßt, kommt man auf 70 Kerzen in 1917. Der große Lampenbedarf ist in den vielen Nachtschichten begründet, die von der amerikanischen Industrie eingelegt wurden. Um die Beleuchtung rasch ermitteln zu können, ist ein eigener tragbarer Meterkerzenmesser (footcandle meter) entwickelt worden, ein Apparat, der vor dem Krieg auch in England gebaut wurde, in Deutschland und hier zu Land aber nicht zu haben war. Es ist ein einfaches Fettfleckphotometer, auf dessen eine Seite das Licht des zu prüfenden Raumes, von der anderen Seite das Licht einer Normalglühlampe fällt. Letztere wird aus einer kleinen Batterie gespeist, die Spannung durch einen Widerstand genau eingestellt. An einer Skala, längs der eine ganze Kette punktförmiger Fettflecke läuft, kann man direkt die Meterkerzen ablesen.

Zum Einschalten der Straßenlampen im Anschluß an ein 2300 V-Wechselstromnetz vom Kraftwerk aus, werden über Drosselspulen Gleichstromimpulse in das Netz geschickt und durch die Erde rückgeleitet. Um das Licht der grellen gasgefüllten Lampen zu zerstreuen, werden die Birnen durch Säureätzung mattiert; periodisches Reinigen von Öl und Staub ist am Platz. Für die Lampen von 100 bis 300 W ist ein besonderer Diffuser entwickelt worden. Die klare Lampe erhält unten einen Metallreflektor aufgesetzt und über der Lampe wird ein weiter ⌒-förmiger Schirm angebracht, der durch Querstrahlen die Schatten weicher gestaltet. Die Straßenlampen werden hängend oder auf verzierten Säulen stehend angeordnet und mit schwach zerstreuenden Glocken, Reflektoren, Refraktoren und anderen Einrichtungen zum Brechen und Zerstreuen der Lichtstrahlen versehen. Die Schiffdocks werden mit Scheinwerfern beleuchtet, in denen 1000 W gasgefüllte Lampen

Digitized by Google

stecken und deren Reflektorspiegel aus Aluminium oder Glas bestehen. Die Glasspiegel sind silberplattiert, darüber wird eine Kupferschicht elektrolytisch niedergeschlagen.

Schließlich mag noch eine neue Löschmethode zum Auslöschen von Bränden an Wicklungen großer elektrischer Maschinen erwähnt werden, die in der Verwendung von Dampfstrahlen besteht.

Rundschau.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Richtlinien für den Entwurf neuzeitiger Schaltanlagen von Großkraftwerken. W. Schrader. Die Abwehr der durch große Ölmengen in den Transformatoren und Schaltern erhöhten Brandgefahr, die Übersichtlichkeit der Anlage und eine vom Wärter unabhängige Überwachung sind die Grundlagen eines gesicherten Betriebes. Die Transformatorzellen bringt man am besten in einem von der Schaltanlage getrennten Haus unter, die Ölschalterkammern gliedert man dem Schalthaus an, so daß sie nur von außen zugänglich sind. Die Temperatur des Öls in den Transformatoren ist durch elektrische Fernmelder zu überwachen; es ist dann noch ein Signal notwendig, das dem Bedienenden das Stillstehen der Ölumlaufpumpe anzeigt. Sonst benötigen weder Transformatoren noch Ölschalter ständiger Aufsicht. Besteht das Netz aus Freileitungen, so wird man auch für die Leitungsausführung und den Überspannungsschutz besondere Gebäude vorsehen. Auf der einen Längsseite des Schalthauses ist das Transformatorhaus, auf der anderen das Freileitungshaus durch einen nicht zu schmalen Gang getrennt anzuordnen. Im Inneren des Schalthauses, mit Erd- und erstem Obergeschoß auszuführen, lehnen an den beiden Längsseiten die Ölschalterkammern an, auf der einen Seite die den Transformatoren, auf der anderen die den Freileitungen zugeordneten. Im Erdgeschoß des Schalthauses sind die U- oder ringförmig ineinander liegenden Doppelsammelschienen anzuordnen, weil man hiebei die einfachste Verbindung zu den Ölschaltern hat und leicht den eigentlichen Schaltsaal im ersten Stock mit dem an die eine Schmalseite des Schalthauses sich anschließenden Maschinenraum, der im ersten Stockwerk — oberhalb der Kondensationsanlage der Turbinen — liegt, verbinden kann. Im Erdgeschoß des Schalthauses sind noch die Meßwandler, Erdungsdrossel und Kondensatoren unterzubringen. Der Maschinenraum braucht bei großen Werken nicht von der Schalttafel aus übersehen zu werden, da genügen die vorhandenen Meßinstrumente, ein lautsprechendes Telephon an der Maschine und etwa noch eine Alarmvorrichtung in Verbindung mit den Schalttafeln. Diese stellt man am besten in zwei Reihen auf, mit der Vorderseite nach dem Inneren des Raumes in Längsrichtung des Saales und von der Wand entfernt. Die Gerüste sind in gerade Reihen zu richten, weil man dann die als Registrierapparate auszuführenden Meßinstrumente von einer gemeinsamen durch Uhrwerk betätigten Welle aus antreiben kann. Die Folge der Schalttafelfelder soll die der Ölschalter sein. Zähler und Wattmeter sind nach der Zweiwattmeterschaltung anzuordnen, die Apparate sollen verschließbar sein. Für jede Sammelschienengruppe ist ein Spannungsmeßwandler vorzusehen mit zwei Niederspannungswicklungen, davon eine zur Erdschlußprüfung. Für die Wahl des Ölschalterrelais sind folgende Gesichtspunkte maßgebend. Die Maschinenschalter erhalten Maximalstromrelais mit unabhängiger Zeitauslösung oder dreiphasige Rückstromrelais. Die Transformatorenschalter erhalten Maximalstromrelais mit unabhängiger Zeitauslösung; die Schalter im Primär- und Sekundärkreis sind voneinander abhängig zu machen, so daß beim Ausfallen des einen auch der andere mitfällt. Die Leitungsschalter erhalten Zeitrelais, deren Auslösezeit selbsttätig durch den Spannungsabfall nach Lage des Kurzschlusses eingestellt wird, was durch Verbindung eines Zeitrelais mit einem Spannungsabfallrelais erfolgt. In der Nähe des Fehlers ist der Spannungsabfall am größten, also die Auslösezeit am kürzesten. Diese beiden Relais werden bei eintretendem Überstrom von den Stromrelais eingeschaltet. Als solche sind Doppelrelais zu verwenden, bei denen die Federkraft eines Höchststromrelais durch ein zweites Stromrelais ersetzt ist, das infolge einer Dämpfung mit Verzögerung arbeitet, also nur auf plötzlichen Stromanstieg reagiert. Bei Überstrom werden also alle Stromrelais ansprechen und die Spannungsrelais besorgen die richtige Auswahl der zu öffnenden Schalter. — Für die Hilfsbetriebe wird Gleichstrom vorgeschlagen, in einem besonderen Dampfturbinen-Maschinenaggregat erzeugt, dem ein Umformer als Reserve und eine Akkumulatorenbatterie parallel liegt. Der Erregerstrom ist nur aushilfsweise davon abzunehmen. (E. K. B. 16, Nr. 4, 1918).

Leitungen.

Bestimmung der Kabelquerschnitte bei intermittierendem Betrieb, insbesondere bei Hebezeugen. Beim Anlaufen nehme der Motor den Anlaufstrom i_h auf, den man angenähert konstant und gleich dem $2^1/_2$fachen Normalstrom i_n während der Einlaufzeit t_h annehmen kann. Nach Beendigung des Anlaufens nimmt der Motor den Normalstrom i_n in der Zeit t_n auf; durch die Zeit t_a hindurch sei der Motor ausgeschaltet, also das Kabel stromlos. Die Gesamtdauer des Schaltspieles ist demnach $T = t_h + t_n + t_a$. Für die Berechnung des Kabelquerschnittes ist nun der effektive Stromwert

$$i_e = \sqrt{\frac{i_h^2 t_h + i_n^2 \cdot t_n}{T}}$$

maßgebend. Für sehr geringe Werte der Einschaltdauer $t_h + t_n$ muß man i_e nach obiger Formel rechnen und kann dann aus einer Tabelle (des V. D. E.) den Kabelquerschnitt entnehmen.

Für $t_h + t_n = 1$ min, für den Wert $i_h = 2{\cdot}5\, i_n$, $t_h = 5$ s und den Werten des Belastungsverhältnisses

$$\alpha = \frac{t_h + t_n}{T} = 1 : 2{\cdot}5 \text{ bezw. } 1 : 4 \text{ bezw. } 1 : 7$$

sind die zulässigen Stromstärken i_e und die Kurbelquerschnitte in einer Tabelle zusammengestellt. Ein Kabel von 25 mm² Querschnitt, daß nach Vorschrift des V. D. E. nur 100 A führen soll, kann für $\alpha = 1 : 2{\cdot}5$ 130 A, für $\alpha = 1 : 4$ 166 A und für $\alpha = 1 : 7$ 220 A führen, also nahezu doppelt so stark belastet werden. Man kann umgekehrt die Einschaltzeit rechnen, welche zulässig ist, wenn bei intermittierendem Betrieb ein Kabel gleichen Querschnittes wie bei Dauerbelastung verwendet werden soll. Bei $\alpha = 1 : 2{\cdot}5$ ist die Einschaltdauer 18 s, bei den beiden früheren Werten von α hingegen 9 bezw. 5 s; die Beschleunigungszeit ist mit 5 s, der Anlaufstrom mit 2·5 fachem Normalstrom angenommen. Der Wert von α läßt sich bei Motoren mit mechanisch betätigtem Schaltwerk (Elektrohängebahn, Becherwerk usw.) leicht ermitteln. Bei Motoren mit Handsteuerung müssen zur Bestimmung von α die Betriebsbedingungen bekannt sein. Für Gießerei-, Montage-, Verladekrane soll α nicht günstiger als 1 : 2·5 angenommen werden, bei Stauwehren und Schleusenwindwerken ist $\alpha = 1 : 4$, bei selten arbeitenden Motoren soll α mit 1 : 7 festgesetzt werden. Kleineren Querschnitt noch können die Verbindungsdrähte zwischen Motor und Kontroller haben, weil sie bezüglich der Einschaltezeit noch günstiger beansprucht sind. Natürlich darf der Querschnitt nicht so klein bemessen sein, daß dadurch ein größerer Spannungsverlust auftritt, der das Anlaufen des Motors in Frage stellt. Um die Anlaufperiode zu begrenzen, kann man Maximalzeitrelais einbauen und sie so einstellen, daß sie den Anlaufstrom zum Beispiel nur während 5 s zulassen. Man wendet aber im Hebezeugbetrieb zum Schutz von Kabeln und Motoren heute nur Sicherungen an. Diese müssen für den $1^1/_4$fachen Normalstrom berechnet sein, damit die Sicherung nicht während des Anlaufens abschmilzt.

(BBC-Mitteilg. IV, Heft 9, 1917.)

Eine künstliche Fernleitung mit einstellbaren Konstanten wird an der Universität Washington zu Studienzwecken verwendet. Nach C. E. Magnusson und S. R. Burbank besteht die künstliche Leitung aus 20 Elementen, jedes entspricht 16 km Fernleitung. Jedes Element ist aus Selbstinduktion, Kapazität und Widerstand in einstellbaren Werten zusammengesetzt. Die Selbstinduktion wird aus vier im Viereck zusammengesetzten, eisenlosen Spulen von je 216 Windungen, 0·63 Ω Widerstand gebildet; die Induktivität des Elementes kann durch Benutzung von Windungsabzweigungen und durch Drehen der Spulen gegeneinander zwischen 0·01 und 0·0213 H. geändert werden. Die gegenseitige Induktivität ist 8% der Eigeninduktivität. Einem Element sind zehn in Reihe gelegte Telephonkondensatoren für 1000 V Betriebsspannung mit parallel gelegter, einstellbarer Funkenstrecke als Überspannungsschutz zugeordnet; die Kapazität ist zwischen 0·092 und 0·192 µF einstellbar. Endlich gehört zu einem Element noch ein schleifenförmiger Widerstand von 50 Ω, dessen Wert durch einen Bügel geändert werden kann.

Mit Hilfe dieser Einrichtung können die Eigenschaften einer 320 km langen Fernleitung beliebigen Drahtdurchmessers bis 12 mm und beliebigen Leiterabstandes bis 3 m leicht eingestellt werden.

(E. K. B. 15, Heft 30, 1917, nach Proceed. Inst. El. Eng. 35.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Elektrisierung der schweizerischen Eisenbahnen. Die Bauarbeiten an der Gotthardbahn, für die die schweizerischen Bundesbahnen 19·295 Mill. Franken für das Jahr 1918 in den Voranschlag aufgenommen haben, sind mit dem Umbau der Strecke Erstfeld—Bellinzona und der Errichtung der beiden Werke Ritom und Amsteg*) 1916 in Angriff genommen worden. Die Eröffnung der Teilstrecke ist für 1920 in Aussicht genommen.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 594.

Digitized by Google

Die Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen hat ferner in Aussicht genommen, die Linie Bern—Münsingen—Scherzligen sofort zu elektrisieren, so daß vom Simplon aus über Spiez bis Bern der elektrische Betrieb durchgeführt werden kann. Die Bauzeit wird mit neun bis zehn Monaten begrenzt, die Kosten sind mit 3·7 Mill. Franken (einschließlich einiger Oberbauten) veranschlagt. Die Masten sollen aus Holz, die Fahrleitung aus Eisen und die Speiseleiter aus Aluminium hergestellt werden. Man hofft dort jährlich 6600 t Kohle für 0·6 Mill. Franken zu ersparen. Der Verkehr auf der 116 km langen Linie Bern—Brig soll mit den 14 Einphasen-Wechselstromlokomotiven der Lötschbergbahn*) (unterstützt durch vier bestellte Probelokomotiven und zwei Lokomotiven der Strecke Seebach—Wettingen) durchgeführt und der Strom aus den Bernischen Kraftwerken bezogen werden.

Weiters plant die Verwaltung der schweizerischen Bundesbahnen die Strecke Brig—Sitten als Fortsetzung der Simplon-Linie Iselle—Brig nach dem Genfersee zu zu elektrisieren, und zwar wie im Simplontunnel vorerst mit Drehstrom zu betreiben und erst später auf Einphasenstrom überzugehen. Es sollen die vorhandenen fünf Drehstromlokomotiven der Simplonlinie weitergeführt werden**). Die Baukosten sind mit 6 Mill. Franken veranschlagt, die monatliche Kohlenersparnis wird mit 225 t geschätzt.

Im Vorortsverkehr und auf Strecken mit geringem Verkehr sollen Akkumulatorentriebwagen ähnlich den bei den preußischen Bahnen in Dienst gestellt werden***). Für den Verschiebedienst sollen 1918 erst sieben Akkumulatorenlokomotiven und später noch 17 Stück bereitgestellt werden.

Endlich haben noch einige Privatbahnen die Elektrisierung eines Teiles ihrer Linien ins Auge gefaßt. Die Rhätischen Bahnen beabsichtigen die Strecke Bevers—Filisur umzubauen, ferner soll die Strecke Yverdon—St. Croix der Linie Basel—Lausanne, die Bernischen Nebenbahnen, die Emmenthalbahn, die Linie Solothurn—Münster in nächster Zeit auf den elektrischen Betrieb umgebaut werden.

(E. T. Z. 39, Heft 8.)

Eine eiserne Kontaktleitung ist für die elektrische Bahn Langenthal—Melchnau (Kanton Bern) aufgeführt worden. Die meterspurige Bahn ist 11 km lang, hat 45‰ größte Steigung und 60 m kleinste Krümmungen. Gleichstrom von 1000 V wird aus der Umformerstation der Zentrale Wynau mittels vier Aluminiumkabel von je 200 mm² zugeführt, von denen zwei zur Fahrleitung und zwei zu den Schienen führen. Die Al-Kabel bestehen aus 19 Drähten von je 3·65 mm². Die Fahrleitung wird aus zwei parallelen Eisendrähten von 8 mm gebildet, parallel dazu liegt ein Aluminiumdraht als Speiseleitung, mit dem die Eisenleitung nach je 200 m leitend verbunden ist. Der Stromabnehmerbügel ist ein Winkeleisen mit abgerundeten Kanten. Der Eisendraht hat eine Festigkeit von 42 kg/mm² und kostet Fr. 900 pro t; der Aluminiumdraht reißt bei 19—22 kg/mm², die spez. Längenänderung ist 2·5 bis 3·5%, der spez. Widerstand 0·0286 bis 0·029 Ω pro km und mm². 1 kg Aluminiumdraht kostet montagebereit Fr. 5·1. Es stehen zweiachsige Personenmotorwagen mit zwei 70 PS-Motoren, vierachsige Wagen mit vier solchen Motoren und vierachsige Lokomotiven mit vier Gleichstrommotoren zu je 70 PS in Dienst. (Bulletin suisse romande, 44, Nr. 4.)

Elektrische Apparate.

Elektrokultur in England. Mit Unterstützung des Ackerbauministeriums führen Sir Oliver Lodge und Professor Priestley seit Jahren Versuche über die Hebung der Ertragfähigkeit des Bodens durch seine elektrische Beeinflussung aus. Dabei ist die von Lemström bereits eingeführte elektrische Bestrahlung des Bodens durch ein Netz gespannter Drähte beibehalten worden†). Siliziumbronze- oder galvanisierte Stahldrähte von 0·5 mm Stärke sind in Spannweiten von 45 m und in gegenseitigem Abstand von 20 bis 30 cm in 2 bis 3 m Höhe vom Erdboden zwischen blanken 2 bis 3 mm starken Eisendrähten mittels Messinghaken gespannt, die ihrerseits wieder an den in den Ecken des Versuchsgrundstückes einbetonierten Holzmasten befestigt sind; den Eisendrähten wird der hochgespannte Strom (bis 90 000 V) zugeführt. Als Stromquellen dienen Influenzmaschinen, Transformatoren oder Induktorien. Die Influenzmaschinen haben den Nachteil, sich oft umzupolen oder bei feuchtem Wetter die Ladung zu verlieren. Die Verwendung von Transformatoren bringt die Notwendigkeit mit sich, ein Ventil zur Unterdrückung der Halbwelle ungewollter Richtung einzubauen. Als solches können Quecksilberdampflichtbogen oder ein Kenotron††) dienen; letzteres erfordert eine Heizbatterie oder einen Heiztransformator, die Einrichtung ist teuer, kompliziert und nicht betriebssicher. Am geeignetsten erwies sich noch ein Induktorium mit mechanischem Unterbrecher zwischen einer Kontaktspitze und einer Quecksilberoberfläche in einem mit Petroleum gefüllten Behälter; es können derart gleichgerichtete Entladungen von 90 000 V leicht erhalten werden. Die Sekundärspulen müssen aus stärkerem Draht, wie üblich, gewickelt sein, um bei Dauerbetrieb starke Erwärmung zu vermeiden.

Aus den bisherigen Ergebnissen geht hervor, daß es gelungen ist, bei jungen Erdbeerpflanzungen durch elektrische Bestrahlung ein um 80% erhöhtes Wachstum zu erzielen. Kartoffeln gaben nur 25 bis 30% höheren Ertrag, dabei erhielt man größere Knollen. Karotten, Tomaten, Runkelrüben haben ein um 20 bis 30% höheres Wachstum gezeigt. Weizen wird um 20 bis 40% im Halm höher. Die 1915 unternommenen Versuche an einem Weizenfeld zeigten eine 50%ige Vermehrung im Korn und eine 90%ige Vergrößerung im Halm, dabei war die Qualität eine bessere.

Die elektrische Bestrahlung scheint die Wirkung einer künstlichen Sonnenbeleuchtung zu haben. Bei wolkigem Wetter sind vier bis fünf Stunden täglicher Bestrahlung ausreichend, besonders morgens und abends. An warmen, sonnigen Tagen kann man die elektrische Bestrahlung ganz einstellen. Die bestrahlten Gewächse entziehen dem Boden in erhöhtem Ausmaß Wasser und Salze, so daß man die Versuchsstücke reichlich düngen und bewässern muß. In trockenem, armem Boden bringt die Bestrahlung keine Verbesserung des Wachstums eher eine Verschlechterung mit sich. Wind vermag die ionisierte Luft seitwärts abzudrängen, so daß die Bestrahlung dem dem Versuchsfeld benachbarten Grundstück zugute kommt. Luzerner-Klee ist durch die elektrische Bestrahlung nicht gefördert worden, erst im kommenden Jahre, da die Bestrahlung nicht mehr in Funktion trat, sind die Erfolge derselben nachträglich zutage getreten. Man erklärt dies damit, daß diese Pflanze, wie alle Hülsenfrüchte, den Boden mit Stickstoff anreichert, was unter dem Einfluß der elektrischen Strahlen gefördert wird. Endlich bringen die letzteren noch den für den Landwirt sehr schätzbaren Vorteil mit sich, Würmer und Insekten im Boden abzutöten.

(L'ind. électr., Paris, 25. 12. 1917.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Rotationspumpen.

Schleuderpumpen.

Die Erfindung der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H. in Berlin hat eine Einrichtung zur Erhöhung des Förderdruckes bei Schaufelradpumpen für Flüssigkeiten zum Gegenstande, die dem Wesen nach darin besteht, daß das Fördermittel nicht durch auf den ganzen Umfang des Schaufelrades verteilte Öffnungen in das Rad eintritt, sondern nur an einer Stelle des Saugraumes durch eine oder mehrere Öffnungen am inneren oder äußeren Umfang oder an den Seiten. Hiebei wird auf dem der Druckseite zugekehrten Pumpenteil ein Rücktritt des Fördermittels aus dem Druckraum in den Saugraum unmöglich gemacht. Um bei der Pumpe unter Vermeidung zusätzlicher Entluftungsvorrichtungen eine selbsttätige Luftförderung zu bewirken, wird die angesaugte, am Grunde der von den Flügeln gebildeten Kammern sich ansammelnde Luft durch den von der Pumpe selbst erzeugten Druck verdichtet und durch Öffnungen im Gehäuse ins Freie ausgestoßen, während das zum Abdichten der Pumpe erforderliche Wasser durch den Druck einer Flüssigkeitssäule oder durch eine Absperrvorrichtung am Austritt aus dem Druckstutzen verhindert wird. (Ö. P. Nr. 73 721.)

Die Fa. Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) A.-G. in Hamburg hat durch das D. R. P. Nr. 275 292 eine Schaltvorrichtung*) für aus mehr als zwei Stufen bestehende Kreiselpumpen geschützt, die dem Wesen nach in einem Schaltkörper besteht, der axial verschiebbar in einem Zylinder angebracht und für jede Pumpenstufe mit der der Stufenzahl entsprechenden Anzahl von Schaltquerschnitten versehen ist, die geeignete Stufen am Zylinder mit den Saug- und Druckstutzen der Stufen verbinden. Die Herstellung der verschiedenen Schaltungen durch die axiale Verschiebung des Schaltkörpers hat jedoch den Nachteil großer Raumbeanspruchung, weil der Schaltkörper sehr lang wird. Nach der neuen Erfindung wird nun die Anordnung so getroffen, daß der Schaltzylinder die verschiedenen Schaltungen der Pumpe durch eine Drehung ergibt. Der Schaltkörper ist in einer Anzahl von Querschnitten, die um einen geringer ist als die Anzahl der Pumpenstufen, am Umfang mit Umlaufkanälen versehen, die die Saug- und Druckkanäle der Pumpenkanäle je nach Einstellung miteinander oder mit einem Saug- bezw. einem Druckstutzen verbinden, die am Schaltzylinder angeordnet sind und deren jeder von je einem Ende des Zylinders aus bis über die drei Schaltquerschnitte hinwegragt, nicht aber über den Saug- bezw. Druckkanal der sich hier anschließenden Druckstufe.

(D. R. P. Nr. 295 133.)

Die Firma Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin, baut eine Vorrichtung zur Regelung des Druckes in Pumpenanlagen u. dgl., bei denen die Antriebsmaschine für die Pumpe in Abhängigkeit vom Druck auf einen den Schalter betätigenden Kolben

*) E. u. M. 1913, Seite 956.
**) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 84.
***) E. u. M. 1913, Seite 336.
†) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 629.
††) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 289.

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 752.

Digitized by Google

an- und abgestellt wird. Die Einrichtung gehört zu jener Gattung, bei der die Anlaßvorrichtung der Antriebsmaschine durch einen dem Druck in dem zu füllenden Behälter ausgesetzten Kolben betätigt wird, der bei Über- oder Unterschreitung eines bestimmten Druckes den Schalter des Elektromotors öffnet oder schließt und durch eine Feder in seine Ruhelage zurückgeführt wird. Um nun den Gegendruck der Feder auf den Kolben in jeder Lage des Kolbens gleichbleibend zu erhalten, läßt man den Kolben und die Federn aufeinander unter Vermittlung eines am Gehäuse drehbar gelagerten Hebels wirken. Die Kräfte, die vom Kolben und von den Federn ausgeübt werden, läßt man aber mit verschieden langen Hebelarmen derart an dem Hebel angreifen, daß der Hebelarm der Feder abnimmt, wenn der des Kolbens zunimmt.

(Ö. P. Nr. 72 400.)

Die Erfindung der Firma Weise Söhne in Halle a. S. bezieht sich auf eine hydraulisch betriebene Kreiselpumpe mit Turbinen- und Pumpenlaufrad auf gemeinsamer Welle und betrifft eine Anordnung, der die Aufgabe zufällt, den Achsialschub im Maschinensatz auszugleichen. Zu diesem Zwecke wird der auf möglichst hohe Pressung gebrachte Wasserdruck der Turbine selbst auf den größten Laufraddurchmesser geleitet und dient hier zum selbsttätigen Ausgleich des Achsialschubes. Um auch die größten auftretenden Achsialschübe beherrschen zu können, kann außer diesem Beaufschlagungsdruck, der auf die eine Turbinen- oder Pumpenseite wirkt, auf deren anderer Seite der Spaltdruck zum Betriebe eines zweiten selbsttätigen Achsialschubausgleiches benutzt werden. (D. R. P. Nr. 295 412.)

Wenn bei Kreiselmaschinen die Druckausgleichvorrichtung oder das Kammlager, die die Überdrücke in der Richtung der Welle aufzunehmen haben, aus irgend einem Grunde versagen sollten, so ist die Gefahr vorhanden, daß der Läufer in der Achsenrichtung verschoben wird und mit den feststehenden Teilen streift. Um dies zu verhüten, baut die Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon (Schweiz) eine Ausrückvorrichtung für die Läufer von Kreiselpumpen, Luftverdichtern, Dampf- und Gasturbinen, die darin besteht, daß nach Eintritt der Störung der Läufer durch seine Achsialverschiebung, bevor er mit den feststehenden Teilen in Berührung kommt, eine Vorrichtung auslöst, die die Maschine abstellt, wodurch der Überdruck rasch beseitigt wird. So kann z. B. durch die Verschiebung ein selbsttätiger Ausschalter betätigt werden, der den Elektromotor stromlos macht.

(D. R. P. Nr. 292 886.)

Die Internationale Rotations-Maschinen-Gesellschaft m. b. H. in Berlin-Tempelhof hat eine selbstansaugende Kreiselpumpe unter Patentschutz gestellt, also eine Kreiselpumpe, die auch bei ungefülltem Saugrohre ansaugen kann. Zu diesem Zwecke ist im Inneren des Laufrades ein zu diesem konzentrischer, axial verschiebbarer Steuerschieber angeordnet, der, in das Rad geschoben, bei geschlossenem Druckstutzen den einen Teil des Laufrades mit der Saugleitung, den anderen mit einer von dieser getrennten Leitung zur Ausstoßung der aus der Saugleitung geförderten Luft verbindet. Sobald Wasser austritt, woran zu erkennen ist, daß die Saugleitung gefüllt ist, wird der Steuerschieber aus dem Laufrad herausgezogen, worauf die Pumpe als gewöhnliche Kreiselpumpe weiterarbeitet.

(Ö. P. Nr. 72 399.)

Walter Nobbe in Berlin-Steglitz hat eine Entluftungsvorrichtung für Kreiselpumpen erfunden, die dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Saugvorrichtung beim Ingangsetzen, beim Betrieb und beim Drosseln der Förderung der Kreiselpumpe aus dem Saugteile und dem Druckteile der Kreiselpumpe saugt. Zu diesem Zwecke ist z. B. eine von einer Dampfmaschine angetriebene Hilfspumpe mit zwei Zylindern vorgesehen. Der Druckstutzen der Kreiselpumpe ist durch Druckventile in zwei übereinanderliegende Abteile geteilt. Der eine Pumpenzylinder saugt aus der Saugseite der Kreiselpumpe durch einen Kanal und drückt durch eine Leitung und die Ventile in die obere Druckabteilung. Der andere Pumpenzylinder saugt aus der Druckseite der Kreiselpumpe und drückt ebenfalls in die obere Druckabteilung. Die übrigen Stellen der Kreiselpumpe, wo sich Luft ansammeln kann, sind an den Pumpenzylinder der Saugseite angeschlossen. Beim Arbeitsbeginn laufen beide Pumpen zusammen an. Im Anfang saugen die Pumpenzylinder der Hilfspumpe Luft und Wasser an, sodann fördern die Kreiselpumpe und die Hilfspumpe gemeinsam in die obere Druckabteilung. Die Luft sammelt sich in einem Windkessel und wird durch ein Ventil abgelassen.

(D. R. P. Nr. 291 432.)

Auch die Erfindung von Dipl.-Ing. Otto Kulle und Wilhelm Rühenbeck in Bremen betrifft eine Ansaugvorrichtung bei Kreiselpumpen, u. zw. bei solchen mit lotrechter Welle, die bei Entwässerungsanlagen zur Verwendung kommen. Wenn hiebei der Wasserspiegel so tief sinkt, daß die Schaufeln nicht mehr im Wasser liegen, können sie nicht selbsttätig ansaugen. Um diesem Übelstande abzuhelfen, versehen die Erfinder die Laufradschaufeln mit gekrümmten Ansatzschaufeln, die in das Saugrohr hineinragen und auch bei tiefstem Wasserstande noch im Wasser laufen. (D. R. P. Nr. 295 152.)

Bei der den Gegenstand des D. R. P. Nr. 282 689 der Firma Eisenwerk (vorm. Nagel & Kaemp) A.-G. in Hamburg bildenden Kreiselpumpe mit Entluftungseinrichtung*) wird in die Hilfssaugleitung ein entlasteter Schieber eingebaut, der durch eine Verbindungsstange mit einem Rückschlagventil in der Hauptsaugleitung verbunden ist. Wird nach der Absaugung der Luft aus der Hauptsaugseitung der Druck in dieser durch das Nachströmen des Wassers entsprechend verstärkt, so öffnet sich das Rückschlagventil und schließt daher mittels des mit ihm verbundenen Schiebers die Hilfssaugleitung ab. Hiebei kann es vorkommen, daß der Druck in der Hauptsaugleitung nicht hoch genug ansteigt, um die volle Eröffnung des Rückschlagventiles und damit auch den vollständigen Abschluß der Hilfssaugleitung sicherzustellen. Nach der Erfindung soll nun das Rückschlagventil mit dem Abschlußschieber nicht mehr zwangläufig verbunden, letzterer vielmehr unter die Wirkung eines federbelasteten Kolbens gestellt werden, der gegen den Federdruck den Schieber schließt, wenn der Druck in der Hilfssaugleitung, bzw. Hauptdruckleitung einen bestimmten Betrag übersteigt. P (Abb. 1) ist die Pumpe, S der Saugstutzen, an den sich die Hauptsaugleitung S' anschließt, D der Druckstutzen, D' die Hauptdruckleitung, R das Rückschlagventil. In die Hilfssaugleitung s', die das Druckrohr D' mit dem Saugstutzen S verbindet, ist der entlastete Abschlußschieber Z eingebaut, der aber mit dem Rückschlagventil R nicht zwangläufig verbunden ist, sondern von dem federbelasteten Kolben K so gesteuert wird, daß der Schieber beim Stillstand der Pumpe geöffnet ist. Beim Anlassen der Pumpe wird die über dem Rückschlagventil stehende Wassermenge in den bekannten Kreislauf durch die Hilfssaugleitung s' versetzt und dadurch die Luft aus der Hauptsaugleitung S' abgesaugt. Ist die regelrechte Förderung erreicht, so erhöht sich der Wasserdruck im Druckrohr D und wirkt durch die Hilfssaugleitung s' hindurch auf den Kolben K ein, so daß der Schieber Z geschlossen wird. Beim Stillsetzen der Pumpe fließt das Wasser aus der wagerechten Strecke der Druckleitung ab, der Druck wird entsprechend geringer und die Feder bringt den Kolben K in die Offenstellung des Schiebers. (D. R. P. Nr. 297 390.)

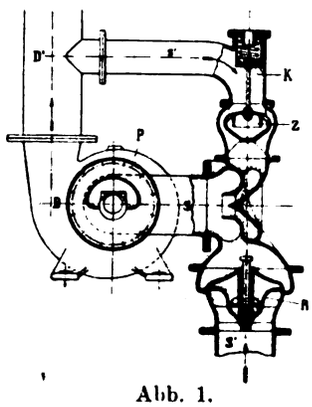


Abb. 1.

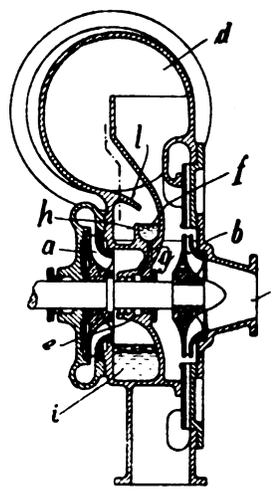


Abb. 2.

Nach der Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin wird der Fülltrichter zum Anlassen von Kreiselpumpen als Absperrorgan ausgebildet. Er ist an einer Scheibe angebracht, die um einen Bolzen drehbar ist und eine Bohrung besitzt, in die der Trichter mündet und die an eine Bohrung im Gehäuse anschließt, wenn der Trichter nach oben gerichtet ist. Sobald jedoch der Trichter nach abwärts gerichtet ist, deckt die Scheibe die Gehäusebohrung ab. (D. R. P. Nr. 295 937.)

Eine eigenartige, in Abb. 2 an einer Kondensatpumpe dargestellte Stopfbüchsendichtung bei Kreiselpumpen baut die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin. a ist die Kondensatpumpe, b eine Luftpumpe, die mit Hilfe einer durch den Stutzen c angesaugten Flüssigkeit, z. B. Kondensat, die Luft aus dem von einem Kondensator herkommenden Rohr d absaugt. Das auf dem Boden des Rohres d befindliche Kondensat wird durch die Pumpe a gefördert. Die zwischen den Pumpen a und b befindliche Stopfbüchse e ist auf beiden Seiten dem Kondensatordruck ausgesetzt. Das aus dem Rohr d angesaugte Kondensat fließt zunächst in die Kammer f, von der eine Leitung g zur Stopfbüchse e führt, so daß diese unter Wasser gehalten und dadurch das Eindringen von Luft von der Luftpumpenseite her in die Kondensatpumpe verhindert wird. Ist z. B. die Zuflußmenge größer, als sie zur Abdichtung der Stopfbüchse benötigt wird, so fließt das Wasser von der Kammer f über den Überlauf h in den Saugraum i, wodurch mit Hilfe einer den Saugraum unterteilenden Gabelwand ein siphonartiger Wasserabschluß gebildet wird.

(D. R. P. Nr. 295 411.)

Pumpen mit kreisenden Kolben.

Bei Pumpen, die dem Wesen nach aus einer in einem kreisenden Gehäuse exzentrisch gelagerten, ebenfalls kreisenden Trommel bestehen, wobei die Saug- und Druckkammern durch die Wände der Trommel und des Gehäuses und durch in einem der beiden Teile verschiebbar gelagerte Platten gebildet werden, erfolgt der Antrieb der Trommel meistens durch die im Gehäuse vorschiebbaren Platten, die durch Federn mit der Trommel in Verbindung stehen. Diese Anordnung hat den Nachteil, daß eine gleichförmige Mitnahme der Trommel mit dem Gehäuse nur unter starken Biegungen der Federn nach wechselnder Richtung und unter großen Reibungen bewirkt werden kann. Die Firma Wernicke-Hatcher Pump Company in Grand Rapids (Ver. St. v. A.) baut nun derartige rotierende Pumpen mit kreisendem Gehäuse so, daß sowohl das Gehäuse als auch die Trommel zwangläufig durch ein Vorgelege angetrieben werden und sich beide mit gleicher Winkelgeschwindigkeit drehen, so daß die Platten nicht zur Übertragung der Bewegung dienen. Die die Saug- und Druckkammern abgrenzenden Platten sind einerseits an am Umfang der Trommel an-

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 256.

Digitized by Google

liegenden Dichtungsplatten ausschwingbar gelagert und andererseits in Taschen des Gehäuses geradlinig geführt. (D. R. P. Nr. 292 771.)

Die Erfindung von Adolf König in Charlottenburg bezieht sich auf eine Pumpe mit exzentrisch im Gehäuse gelagertem kreisenden zylindrischen Kolben und in diesem verschiebbaren Laufrollen und besteht darin, daß die Länge der beiden gegenüberliegenden Dichtungsflächen auf den Abstand zweier Rollen beschränkt ist und die beiderseitigen Gehäusewände zwischen den Dichtungsflächen gitterartig gestaltet sind, so daß die Flüssigkeit durch diese Gitterwände hindurch zunächst in einen Vorraum fließt, der den Ein- bezw. den Auslaßstutzen der Pumpe trägt. (D. R. P. Nr. 298 151.)

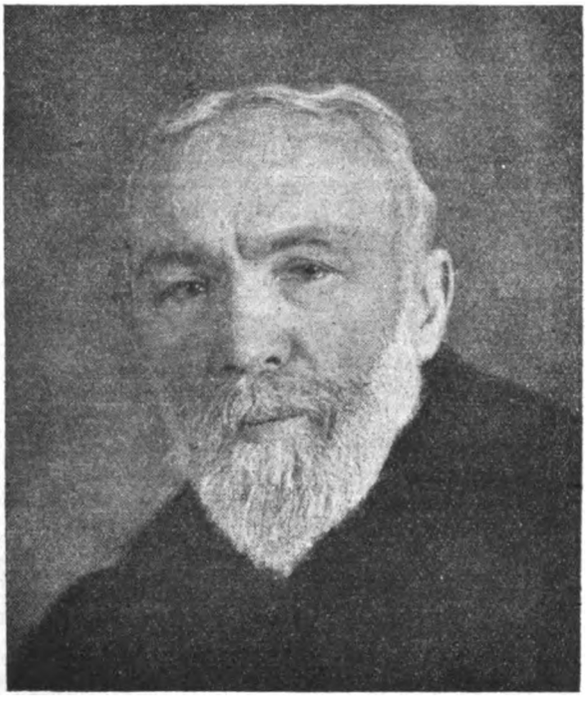
Die Erfindung der Firma Friedr. August Neidig in Mannheim hat den Zweck, den Wirkungsgrad von Zahnradpumpen durch Aufhebung einseitigen Druckes zu erhöhen. Dies geschieht dadurch, daß in den Zahnlücken des getriebenen Rades axiale Bohrungen vorgesehen sind und die zugehörige Zahnradachse an der Oberfläche mit voneinander getrennten Vertiefungen ausgestattet ist; die eine der Bohrungen führt zur Saugseite die andere zur Druckseite der Pumpe. Überdies sind die nichtbelasteten Zahnflanken des getriebenen Rades mit Nuten versehen. Ein Entweichen der Flüssigkeit aus den Lücken der miteinander in Eingriff stehenden Zähne ist nur durch die Nuten, durch die achsialen Bohrungen zu der einen Vertiefung in der Zahnradachse, von da durch die nächste Bohrung zur Lücke zurück in den Druckraum möglich. Hiedurch wird ein schädlicher Druck auf die Lagerstellen der beiden Zahnräder vermieden.

(D. R. P. Nr. 296 588.)

Professor Dr. Johann Puluj,

gestorben am 31. Jänner 1918.

Puluj wurde am 2. Februar 1845 in Grzymalow in Galizien geboren, besuchte das Gymnasium in Tarnopol und studierte hierauf an der Wiener Universität, wo er im Jahre 1869 die theologische (griechisch-katholische) Fakultät und im Jahre 1872 die philosophische Fakultät absolvierte. Hierauf widmete er sich physikalischen Forschungen im Laboratorium des Professors Hofrat Dr. von Lang, wurde 1874 Assistent für Physik und Mechanik an der Marine-Akademie in Fiume, arbeitete im Jahre 1875 an der Universität in Straßburg, wo er zum Doktor promoviert wurde, und habilitierte sich im Jahre 1877 an der Universität in Wien als Privatdozent, wo er bis zum Jahre 1883 Vorlesungen über kinetische Gastheorie und mechanische Wärmetheorie hielt. Während dieser Zeit 1876 bis 1882 war er Assistent des Professors von Lang. Von Beginn der Entwicklung der Elektrotechnik befaßte er sich auch mit dieser neuen Wissenschaft. Im Jahre 1882 erhielt er eine Berufung als technischer Leiter des Wiener Zweigbureaus der Firma Ganz & Co. in Budapest, im Jahre 1883 ging er als technischer Konsulent der Österreichischen Waffenfabriks-Gesellschaft nach Steyr. Daselbst errichtete er eine Glühlampenfabrik, in welcher nach einem von ihm ersonnenen verbesserten Verfahren Glühlampen für die Ausstellung in Steyr hergestellt wurden. Im Jahre 1884 wurde er als Professor für Physik und Elektrotechnik an die Deutsche Technische Hochschule in Prag berufen und ihm daselbst auch ermöglicht, ein elektrotechnisches Laboratorium zu errichten. Durch 16½ Jahre hat Puluj gleichzeitig Vorlesungen über Physik und Elektrotechnik gehalten, bis im Jahre 1902 eine besondere Lehrkanzel für Elektrotechnik geschaffen und ihm übertragen wurde, die er bis zum Übertritte in den Ruhestand am 30. September 1916 innehatte.



Puluj hat zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht und Apparate konstruiert. Seine ersten Arbeiten beziehen sich auf die innere Reibung von Gasen und Gasgemischen und auf die Diffusion von Dämpfen. Ein sehr interessanter Apparat für die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes nach einer von ihm ersonnenen Methode wurde im Jahre 1878 auf der Weltausstellung in Paris prämiiert. Zahlreiche Abhandlungen und Apparate beziehen sich auf die Entladung in evakuierten Rohren; sie sind unter dem Titel „Strahlende Elektroden-Materie" veröffentlicht und bilden einen wertvollen Beitrag zur modernen Elektronentheorie. Die Apparate wurden auf der elektrischen Ausstellung in Paris im Jahre 1881 prämiiert; ein Teil derselben befindet sich in der Sammlung des Conservatoire National des Arts et Métiers in Paris; die anderen wurden testamentarisch dem Technischen Museum in Wien vermacht. Die Abhandlungen über „Strahlende Elektroden-Materie" wurden von der Physical Society in London im Jahre 1889 in die englische Sprache übersetzt. Aus Pulujs Forschungen über Kathodenstrahlen ging auch seine Lampe für hochgespannten Wechselstrom hervor, in welcher ein Glühkörper aus Thoroxyd durch Kathodenstrahlen zum Leuchten gebracht wird. Bemerkenswert sind ferner seine Verbesserungen in der Herstellung von Kohlenfaden-Glühlampen, ein Telethermometer, eine Einrichtung an Telephonstationen zum Schutze gegen hochgespannte Ströme und ein Apparat zur Darstellung elektrischer Schwingungen. In Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistungen wurde ihm im Jahre 1908 der Orden der Eisernen Krone 3. Klasse und im Jahre 1910 Titel und Charakter eines Hofrates verliehen. Puluj blieb während seiner lehramtlichen Tätigkeit stets in Berührung mit der elektrischen Industrie. Unter seiner Leitung wurde im Jahre 1896 das städtische Elektrizitätswerk in Marienbad rekonstruiert und im Jahre 1897 das Elektrizitätswerk in Zwickau gebaut. Der Elektrotechnische Verein in Wien, welchem er von seiner Gründung an angehörte, ernannte ihn anläßlich der Feier des 30jährigen Bestandes des Vereines im Jahre 1913 zum Ehrenmitgliede.

Puluj war nicht bloß auf physikalischem und elektrotechnischem Gebiete literarisch tätig. Stets war er bestrebt, für die Aufklärung und Bildung des ruthenischen Volkes, welchem er der Nationalität nach angehörte, tätig zu sein. In den Jahren 1870 und 1871 übersetzte er mit seinem Freunde Kulisch das Neue Testament in die ukrainische Sprache; im Jahre 1903 wurde unter seiner Leitung die erste vollständige ukrainische Bibel von der britischen ausländischen Bibel-Gesellschaft in London herausgegeben. Seit Kriegsbeginn widmete er sich in eifrigster Weise der Fürsorge für ruthenische Flüchtlinge und war auch politisch tätig. In einer Broschüre „Ukraina" trat er mit größtem Eifer für die Erreichung der Unabhängigkeit der Ukraina ein.

Puluj lebte seit dem Jahre 1884 in glücklicher Ehe, aus welcher fünf Kinder entsprossen. Eine tückische Krankheit raffte ihn an 31. Jänner 1918 hinweg. Er war einer der Pioniere der Elektrotechnik in Österreich. Ehre seinem Andenken! *S—a.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seid[illegible] — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
21. April 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 16.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Magnetisierung des Dreiphasentransformators. Von Dr. Arthur Mandl 185

Die Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten. Von Dr. Ing. Robert Moser (Schluß) 189

Rundschau 191
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 193
Vereinsnachrichten 194

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Magnetisierung des Dreiphasentransformators.

Von Dr. Arthur Mandl, Wien.

1. Es soll die Magnetisierung eines dreiphasigen Transformators, dessen Schenkelinduktion schon im gesättigten Bereich ist, genauer untersucht werden. Bei Öltransformatoren mit legiertem Blech ist eine Schenkelinduktion von 15000 Linien durchaus nicht selten. In diesem Bereich hat nun die Hysteresis einen deutlichen Einfluß auf die Form des Leerlaufstromes und man kann bei der oszillographischen Untersuchung die merkwürdigsten Überraschungen erleben. Es ist sehr bedauerlich, daß der Oszillograph ganz stumm, ohne jede Erklärung, seine Kurven zeichnet.

Den Brennpunkt der folgenden Untersuchung bildet die Frage: wieso kann eine streng sinusförmige Spannung den Transformator in Sternschaltung ohne Nullrückleitung überhaupt magnetisieren?

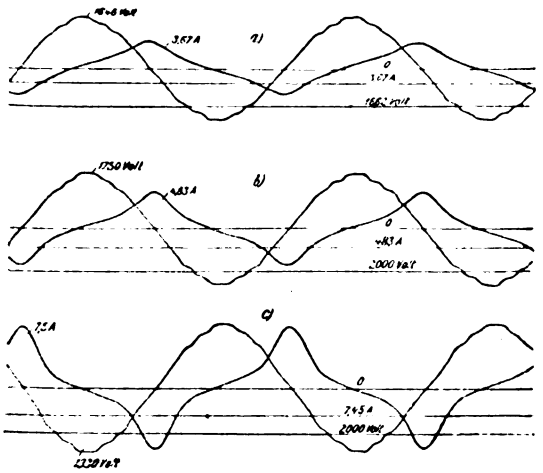


Abb. 1.

Abb. 1a, b, c zeigt den Magnetisierungsstrom eines der drei gleichen, zu den folgenden Versuchen verwendeten Transformators, wenn der mittlere Schenkel allein einphasig angeschlossen wird, so daß sich der Kraftfluß über die beiden äußeren Schenkel schließt. Und zwar gilt Oszillogramm *a* für eine Induktion im mittleren Schenkel von 12800 Linien, *b* von 13600 und *c* von 15000 Linien. Die uns interessierenden Daten dieser Transformatoren sind: Schenkelquerschnitt 207 cm², Jochquerschnitt 302 cm², Schenkellänge 51 cm, Mittenabstand 34 cm, Verhältnis der Windungszahlen 280/30. Bei normaler Spannung beträgt die Schenkelinduktion 14740, die Jochinduktion 10100 Linien.

Wesentlich für die Erscheinung der Hysteresis ist bekanntlich die Wattkomponente der Stromgrundwelle. Viel auffallender für die Form des Stromes ist jedoch die dritte Harmonische. Sie beträgt im Falle *b* 1·32 A (Effektivwert), im Falle *c* 2·75 A, die entsprechenden AW bezw. 370 und 770. Zu diesen Zahlen sei gleich hier bemerkt, daß sie das Gefälle für die volle Induktion B_s im mittleren Schenkel (Fall *b* 13600, Fall *c* 15000) Länge 51 cm mit den zugehörigen Luftspalten zwischen Schenkel und Joch, ferner für den ganzen Rückschluß enthalten; das sind zwei Joche mit der Induktion $\frac{1}{2} B_s \frac{207}{302}$ (Fall *b* 4660, Fall *c* 5140) Länge 2×34 cm und der äußere Schenkel mit der Induktion $\frac{B_s}{2}$ (Fall *b* 6800, Fall *c* 7500) Länge 51 cm und zwei Luftspalte zwischen Joch und Schenkel. Durch diesen schwach gesättigten Rückschluß wird der prozentuale Anteil der dritten Harmonischen am totalen Magnetisierungsstrom herabgedrückt. In jedes auch der noch im folgenden mitgeteilten Oszillogramme sind die entsprechenden Eichlinien für Spannung und Strom eingetragen. Für die Durchführung der Messungen bin ich Herrn Ing. Zuckerbäcker zu Dank verpflichtet.

Denkt man sich für jeden Schenkel des Dreiphasentransformators die Gleichung für den Leerlaufstrom angeschrieben, so würde die dritte Harmonische in allen drei Schenkeln in der gleichen Phase und Größe erforderlich sein. Bei Sternschaltung der magnetisierenden Transformatorenwicklung ohne Nulleiter muß jedoch in jedem Augenblick die Summe der drei Ströme Null sein, das heißt eine solche dritte Harmonische, die in allen drei Schenkeln in jedem Moment gleiche Größe und Richtung hat, kann hier überhaupt nicht fließen, obwohl sie tatsächlich erforderlich ist. Der Transformator wird sich also irgendwie helfen und muß sich diesem Zwangszustand: Summe der drei Ströme gleich Null, trotz der Anforderungen, welche die Hysteresis an ihn stellt, fügen. Was geschieht also?

2. Wir beginnen mit einem ganz symmetrischen Transformator, der, wie Abb. 2 zeigt, drei im gleichseitigen Dreieck angeordnete Schenkel besitzt. Wir setzen der Einfachheit halber voraus, daß der Jochquerschnitt so groß ist, daß das AW-Gefälle im Joch im Verhältnis zum Schenkel vernachlässigt werden kann. Diese Annahme hat insoferne eine Berechtigung, als man den Jochquerschnitt ja tatsächlich immer größer wählt als den Schenkelquerschnitt. Nun erreicht bei einer Schenkelinduktion von 15000 und einer Jochinduktion von vielleicht 10000 das AW-Gefälle im Joch auch schon eine ziemliche Größe, so daß hier eine Korrektur notwendig werden wird.

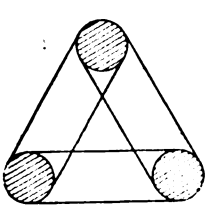


Abb. 2.

Digitized by Google

Die Kraftflußverteilung in unserem ganz symmetrischen Transformator zeigt Abb. 3. Und zwar bedeuten F_a, F_b, F_c den Anteil des Kraftflusses im Schenkel a, b bezw. c, der über die beiden benachbarten Joche zu- oder abfließt. Der Jochkraftfluß von Schenkel a nach Schenkel b heiße K_{ab}. Es gilt demnach

$$F_a = K_{ca} - K_{ab},$$
$$F_b = K_{ab} - K_{bc},$$
$$F_c = K_{bc} - K_{ca}.$$

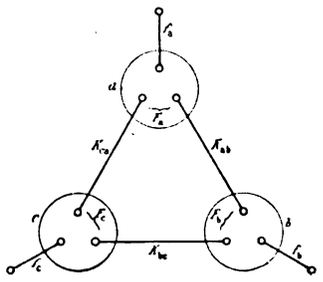


Abb. 3.

f_a bezw. f_b, f_c bedeutet jenen Kraftfluß, der ebenfalls den magnetischen Hauptpfad, das Schenkeleisen, zu seinem Weg benutzt, sich jedoch über die Luft schließt, ohne das Joch zu passieren. Die Kraftflüsse f_a, f_b, f_c sind also nur mit dem entsprechenden Schenkel verkettet. Diese drei Kraftflüsse erzeugen in der Umgebung des Transformators ein Luftfeld, das mit dem in Abb. 3 nicht gezeichneten Streufeld der Wicklung gar nichts zu tun hat. Es ist keineswegs wie dieses in Phase mit dem Strom. Wir stellen uns am einfachsten vor, daß dieses Luftfeld bei den Schenkelendflächen, wie in Abb. 2 gezeichnet, aus- bezw. eintritt. Dieses ideelle Feld muß seiner Verkettungszahl und Phase nach mit dem wirklichen Luftfeld übereinstimmen, das natürlich nicht nur an den Endflächen, sondern auch längs des ganzen Schenkels aus- bezw. eintreten kann. Von den Jochen gehen solche magnetische Nebenschlüsse nicht in die Luft hinaus, da wir das AW-Gefälle in diesen zunächst mit Null angenommen haben.

Wir bezeichnen ferner den totalen Kraftfluß in den Schenkeln mit Φ_a, Φ_b, Φ_c, so daß gilt

$$\Phi_a = F_a + f_a,$$
$$\Phi_b = F_b + f_b,$$
$$\Phi_c = F_c + f_c$$

und die Induktion im Schenkel

$$\left.\begin{aligned} B_a &= \frac{\Phi_a}{q_s}, \\ B_b &= \frac{\Phi_b}{q_s}, \\ B_c &= \frac{\Phi_c}{q_s}, \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ 1)$$

q_s der Schenkelquerschnitt.

Die magnetisierende Spannung werde von einem Generator streng sinusförmig geliefert. Die Spannung des Generatorsternpunktes nehmen wir als Nullwert an und messen alle Spannungen gegen diesen. Die drei zugeführten, streng sinusförmigen Phasenspannungen seien E_a, E_b, E_c, die Transformator-Sternpunktspannung sei S. Die Spannungsgleichungen lauten somit

$$E_a - S = Z \cdot \frac{d\,\Phi_a}{d\,t}\,10^{-8} + \sigma \cdot \frac{d\,J_a}{d\,t} + J_a \cdot \Omega.$$

Darin bedeuten Z die Windungszahl pro Schenkel, σ den Streukoeffizienten, J_a den Magnetisierungsstrom in der Phase a und Ω den Ohmschen Widerstand pro Phase. Mit Benutzung der Gleichungen 1) erhalten wir

$$\left.\begin{aligned} E_a - S = Z \cdot 10^{-8} \frac{d\,F_a}{d\,t} + Z \cdot 10^{-8} \cdot \frac{d\,f_a}{d\,t} + \\ + \sigma \cdot \frac{d\,J_a}{d\,t} + J_a \cdot \Omega \end{aligned}\right\} \quad 2)$$

und zwei entsprechende Gleichungen für die beiden anderen Phasen.

Da wir streng sinusförmige Magnetisierung vorausgesetzt haben,

so ist in jedem Zeitmoment . . $E_a + E_b + E_c = 0$,

und wie man aus der Abb. 3 sofort entnehmen kann . . . . . $F_a + F_b + F_c = 0$,

ferner da wir keine Sternpunktrückleitung haben . . . . . $J_a + J_b + J_c = 0$.

Damit erhält man aus der Gleichung 2) durch Addition

$$-3\,S = Z\,10^{-8} \frac{d}{d\,t}(f_a + f_b + f_c) = Z\,10^{-8} \frac{d\,f_s}{d\,t} \quad 3),$$

wenn wir die Summe der drei Luftstreufelder mit f_s bezeichnen. Diese Gleichung besagt, daß die Sternpunktschwankung ausschließlich durch den Summenkraftfluß f_s zustande kommt. Das ist eigentlich selbstverständlich. Die Kraftflüsse F_a, F_b, F_c und die Streukraftflüsse des Magnetisierungsstromes ergeben in jedem Moment zusammen die Summe Null, so daß die von ihnen herrührende Verkettungszahl in jedem Moment gleich Null ist, denn in bezug auf den Sternpunkt stellen die drei Phasen drei parallelgeschaltete Wicklungen dar. Das will soviel heißen, daß sich jede Spannung, die am Sternpunkt gemessen wird, in gleichem Sinne zu den drei Phasenspannungen hinzuaddiert.

Bilden wir das Linienintegral der magnetischen Feldstärke je über den Schenkel und über die Luft entlang den Feldern f_a, f_b bezw. f_c als Rückschluß, so erhalten wir

$$f(B_a)\,l_s + f_a\,M = \mathrm{AW}_a \quad \ldots\ldots\ 4).$$

Darin bedeuten $f(B_a)$ das wirklich erforderliche AW-Gefälle AW/cm im Schenkel für die Induktion B_a, l_s die Schenkellänge und M den magnetischen Widerstand pro Schenkel von Jochendfläche zu Jochendfläche gemessen, den also das Feld f_a zu überwinden hat. Wir können auch schreiben $M = 0{\cdot}8\,\frac{l_l}{Q_l \cdot \mu}$, wenn l_l eine mittlere Kraftlinienlänge und Q_l die dieser entsprechend berechnete mittlere Querschnittsfläche bedeutet, die dem Luftfeld f_a zur Verfügung steht. $\mu = 1$ zu setzen.

Wenn wir das Linienintegral der magnetisierenden Kraft über zwei Schenkel und zwei Joche bilden, so erhalten wir

$$f(B_a)\,l_s - f(B_b)\,l_s = \mathrm{AW}_a - \mathrm{AW}_b \quad \ldots\ 5).$$

Wenn wir die beiden ersten Gleichungen 4) voneinander abziehen und mit 5) vergleichen, so erkennen wir: es muß sein

$$f_a = f_b = f_c = \frac{f_s}{3} \quad \ldots\ldots\ 6),$$

die drei Luftfelder müssen an Phase und Größe einander gleich sein.

Für die Phasenspannung ergibt sich jetzt nach 2) und 6)

$$E_a = Z \cdot 10^{-8} \frac{d\,F_a}{d\,t} + \frac{Z}{3}\,10^{-8} \frac{d\,f_s}{d\,t} + S + \\ + \sigma \frac{d\,J_a}{d\,t} + J_a \cdot \Omega.$$

Nach 3) heben sich das zweite und dritte Glied auf der rechten Seite weg und es wird

$$E_a = Z \cdot 10^{-8} \frac{d\,F_a}{d\,t} + \sigma \cdot \frac{d\,J_a}{d\,t} + J_a \cdot \Omega \quad \ldots\ 7).$$

Digitized by Google

Aus dieser Gleichung sehen wir folgendes: wenn wir die Streuspannung und den Ohmschen Abfall des Leerlaufstromes vernachlässigen, so wird das Feld F_a, das über die beiden Joche zufließt, streng sinusförmig und berechnet sich aus der Phasenspannung E_a so, wie wenn das Luftfeld f_a gar nicht vorhanden wäre. Wenn wir hingegen den Spannungsabfall nicht vernachlässigen, so muß F_a höhere Harmonische enthalten, damit die von diesen induzierte Spannung die höheren Harmonischen des Spannungsabfalles vom Leerlaufstrom deckt. Sicher ist jedoch, daß F_a ebenso wie J_a die dritte Harmonische nicht enthalten kann.

Da die drei Luftfelder f_a, f_b, f_c einander gleich sind und sich mit Rücksicht auf die vollkommene Symmetrie des Transformators zu den Feldern F_a, F_b, F_c ganz gleich verhalten müssen, so können sie, wie man leicht überlegt, nur von der 3-, 9-, 15- usw. fachen Periodenzahl sein. Das ergibt sich übrigens auch rechnerisch sehr einfach aus den Gleichungen 4). Die Schenkelinduktionen sind vorläufig noch unbekannte Funktionen der Zeit. Mit ihnen würde sich aus der Hysteresiskurve für die AW/cm ergeben

$$\left.\begin{aligned} f(B_a) &= c_1 \sin(\omega t - \xi_1) + c_3 \sin(3\omega t - \xi_3) + \\ &\quad + c_5 \sin(5\omega t - \xi_5) + \dots \\ f(B_b) &= c_1 \sin(\omega t - \xi_1 - 120^0) + c_3 \sin(3\omega t - \\ &\quad - \xi_3) + c_5 \sin(5\omega t - \xi_5 - 600) + \dots \\ f(B_c) &= c_1 \sin(\omega t - \xi_1 - 240^0) + c_3 \sin(3\omega t - \\ &\quad - \xi_3) + c_5 \sin(5\omega t - \xi_5 - 1200) + \dots \end{aligned}\right\} \quad 8).$$

Setzt man diese Werte in 4) ein und addiert alle drei Gleichungen, so erhält man:

$$3 l_s c_3 \sin(3\omega t - \xi_3) + 3 l_s c_9 \sin(9\omega t - \xi_9) + \\ + 3 l_s c_{15} \sin(15\omega t - \xi_{15}) + \dots = - f_s M.$$

Wir erhalten somit als vorläufiges Ergebnis: die drei Eisenfelder F_a, F_b, F_c sind — bei Vernachlässigung des Streu- und Ohmschen Abfalles des Leerlaufstromes — streng sinusförmig, die drei Luftfelder f_a, f_b, f_c sind an Phase und Größe einander gleich und enthalten ausschließlich die 3-, 9-, 15- usw. fache Periodenzahl.

3. Hier ist zunächst folgende Frage zu klären: Wieso enthält dieses Luftfeld nicht die Grundperiodenzahl? Zwischen den in Abb. 2 schraffierten Endflächen desselben Schenkels ist doch das ganze AW-Gefälle pro Phase vorhanden und die Luft bildet einen magnetischen Nebenschluß zum Schenkeleisen! Das ganze AW-Gefälle wird eben im Schenkel vollständig verbraucht, da die Joche nach unserer Annahme keinen magnetischen Widerstand haben. Wenn man das Ohmsche Gesetz auf diesen magnetischen Kreis richtig anwenden will, so muß man sich die AW als eingeschaltete Spannung, zum Beispiel in Form einer über den Schenkel gleichmäßig verteilten galvanischen Batterie vorstellen, die den Strom gerade über die Schenkellänge treibt, so daß die Schenkelendpunkte — die magnetischen Sternpunkte des Transformators — auf gleiches Potential kommen. Das ist natürlich nur dann möglich, wenn die Stromrückleitung keinen Spannungsabfall verbraucht (entsprechend unseren Jochen mit sehr großem Querschnitt). Das Feld der Grundperiodenzahl ist also im Transformator geschlossen. Das ist deswegen im ersten Moment überraschend, weil es für magnetische Kraftlinien feldundurchlässige Körper überhaupt nicht gibt. Ein elektrostatisches Feld kann ich bekanntlich durch eine geschlossene Hülle aus einem Leiter, welche die Träger der Elektrizitätsmengen umschließt, von der Umgebung trennen. Einen Stromkreis kann ich mit Isolatoren umgeben und so von der Umgebung scharf abgrenzen. Solche Leiter oder solche Isolatoren gibt es nun für die magnetischen Felder nicht. Daß trotzdem geschlossene magnetische Felder möglich sind, zeigt ein sehr einfaches Beispiel: das gleichmäßig bewickelte, sich zu einem vollen Kreise schließende Solenoid*).

4. Wenn wir die drei Gleichungen 4) addieren, so erhalten wir eine Gleichung mit einer einzigen Unbekannten f_s:

$$f(B_a) + f(B_b) + f(B_c) = - \frac{M}{l_s} f_s \quad . \; . \; 9).$$

Wäre die Funktion f analytisch gegeben, so könnte man daraus f_s rechnen. Wenn der magnetische Widerstand M des Luftfeldes sehr groß ist, so bleibt das Feld f_s sehr klein und man kann als erste Annäherung die Induktion in den Schenkeln B_a, B_b und B_c sinusförmig annehmen. Zu diesen Induktionen ergeben sich dann aus der Hysteresisschleife die Funktionen $f(B_a)$, $f(B_b)$ und $f(B_c)$. Wenn man die Funktionen addiert, so erhält man nach Gleichung 9) f_s.

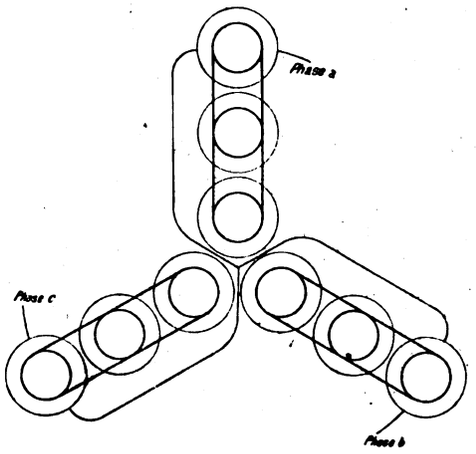


Abb. 4.

Da mir ein wie in Abb. 2 gezeichneter, symmetrischer Transformator nicht zur Verfügung stand, so mußte ich mir als Versuchsanordnung einen solchen durch die drei beschriebenen einzelnen Transformatoren schaffen. Zu diesem Zwecke wurden sie mit vertikalen Schenkeln genau im Stern, also vollkommen symmetrisch aufgestellt, wie dieses Abb. 4 zeigt. Die innersten Schenkel wurden möglichst zusammengestellt, die Wicklungen der drei äußeren Schenkel in Stern geschaltet und an das Netz angeschlossen. Die Wicklung der beiden anderen Schenkel hing leer daran. Das Eisen dieser beiden Schenkel dient als magnetische Rückleitung. Dieser symmetrische Transformator unterscheidet sich natürlich wesentlich von unserem Transformator nach Abb. 2, da er zwischen den beiden magnetischen Sternpunkten eine Eisenrückleitung hat und außerdem die drei magnetischen Kreise vollständig voneinander getrennt sind. Die Frequenz war bei den Versuchen durchwegs 50 Per/s. Bei diesem Transformator sind für das Entstehen des Feldes der dritten Periodenzahl durch die magnetische Eisenrückleitung besonders günstige Bedingungen geschaffen.

*) Oder auch ein sehr langes (unendlich langes) gerade Solenoid Ganz streng gilt das nach den Maxwellschen Gleichungen nur für Gleichstrom und linear sich ändernden Strom (ohne Sättigung). Siehe Cohn: Das elektromagnetische Feld, Seite 260 und 396.

Digitized by Google

Abb. 5 zeigt die oszillographisch aufgenommene Ausgleichspannung im Dreieck der Nv.-Wicklungen der drei äußeren Schenkel ohne Sternpunktrückleitung des magnetisierenden Hv.-Anschlusses mit einer verketteten

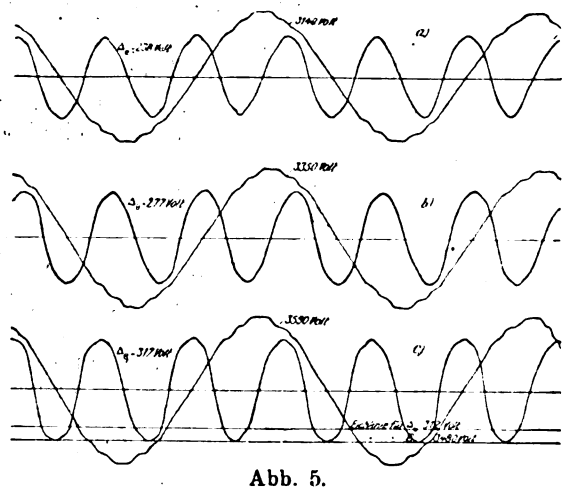


Abb. 5.

Spannung E. Bezeichnet noch B_1 die Induktion im Schenkel des Feldes der Grundperiodenzahl*), B_3 die aus der Ausgleichspannung leicht zu berechnende Induktion des Feldes der dritten Harmonischen f_3, so gilt für Abb. 5 Oszillogramm

a	$E = 3140$ V,	$B_1 = 14100$,	$\Delta_e = 238$ V,	$B_3 = 1915$,
b	3350 V,	15020,	277 V,	2230,
c	3550 V,	15920,	317 V,	2550,

die angelegte verkettete Spannung ist, wie die Oszillogramme zeigen, ziemlich sinusförmig. Die dritte Harmonische in der Phasenspannung des verwendeten Generators ist in allen drei Phasen gleich gerichtet und hat deshalb auf unseren Versuch gar keinen Einfluß. Die dritte Harmonische des Feldes erreicht also hier eine beträchtliche Größe.

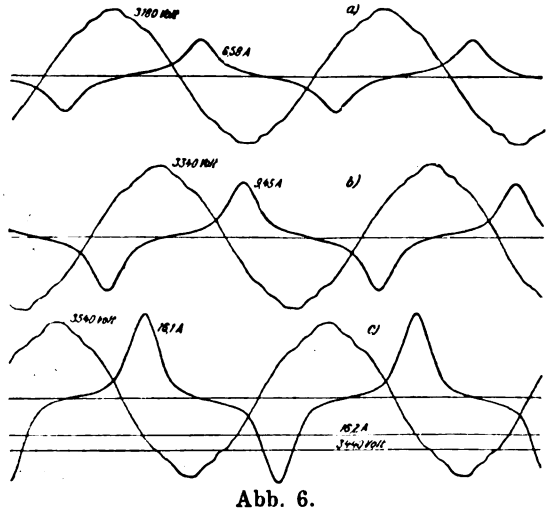


Abb. 6.

Abb. 6 zeigt den Leerlaufstrom des Transformators mit Sternpunktrückleitung, Fig. 7 ohne Sternpunktrückleitung, und zwar betrug die verkettete Spannung für die beiden Oszillogramme

a 3130 V, *b* 3340 V, *c* 3540 V	entsprechend einer Schenkelinduktion von	$B_1 = 14050$ Linien*), 15000 „, 15900 „

Bei Abb. 6 ist die dritte Harmonische sehr stark ausgeprägt. Als Ursache für ihr Entstehen kommt jedoch nicht allein die Eigenschaft der Hysteresis des Transformatoreisens in Betracht, da die Phasenspannung der Strom liefernden Maschine die dritte Harmonische

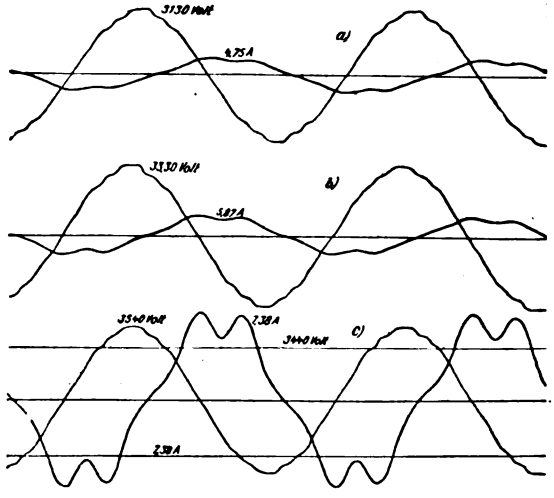


Abb. 7.

enthält. In Abb. 7 fällt bei der Fourierschen Zerlegung das gänzliche Fehlen der dritten Harmonischen auf. Hingegen ist die fünfte Harmonische, namentlich bei *c* deutlich erkennbar.

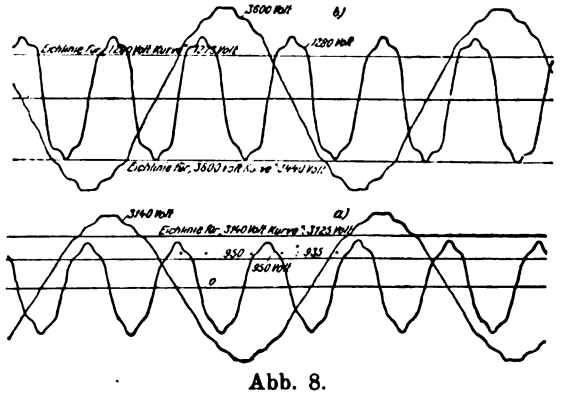


Abb. 8.

Abb. 8 zeigt die Spannung zwischen Transformator- und Generatorsternpunkt bei

a 3140 V verkettet entsprechend 14100 Linien 950 V,
b 3600 V „ „ 16150 „ 1280 V.

Sie enthält ganz charakteristisch die 3., 9. und 15. Harmonische (die fünffache Oberwelle der dritten). Von dieser Sternpunktspannung ist nun noch die Sternpunktschwankung des Generators in Abzug zu bringen. Durch eine oszillographische Aufnahme konnte leicht festgestellt werden, daß Generator- und Transformatorsternpunkt in Gegenphase schwingen, das heißt, daß sich ihre Amplituden bei Messung der Sternpunktspannung direkt addieren. Die dritte Harmonische des Generators wurde einfach als Ausgleichspannung der in Dreieck geschalteten Generatorwicklung gemessen. Es ergibt sich diese Ausgleichspannung genau proportional der Generatorklemmenspannung und für 3000 V verkettet mit 200 V pro Phase. Von der gemessenen Ausgleichspannung Abb. 8a bezw. 8b sind deshalb noch abzuziehen 210 bezw. 240 V. Die Feldstärke der dritten Harmonischen im Transformator ist daher bloß aus den Spannungen $950 - 210 = 740$ bezw. $1280 - 240 = 1040$ V zu berechnen. Die sich ergebenden Werte von

1920 / 2690 Linien bei einem Feld der Grundperiodenzahl von 14100 / 16150 Linien

*) Da hier B_3 nicht vernachlässigbar klein ist gegenüber B_1, so ist die zu Beginn dieses Abschnittes 4 angegebene Näherung nicht verwendbar.

Digitized by Google

stimmen mit den aus Abb. 5 ermittelten Werten genau überein.

In Abb. 9 bedeutet E die verkettete Generatorspannung 3480 V entsprechend 15600 Linien, e_2 die Phasenspannung des Generators, e_1 die Phasenspannung unseres symmetrischen Transformators. Man sieht hier deutlich, wie die Sternpunktschwingung des Trans-

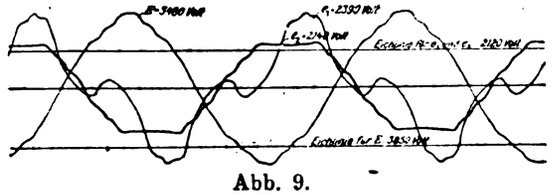


Abb. 9.

formators die Phasenspannung verzerrt. Es sei hier nochmals hervorgehoben, daß für den Transformator nur die verkettete Spannung wirksam ist. Die Sternpunktschwingung des Generators, die nach e_2 zu schließen sicher vorhanden ist, bleibt für den Transformator ganz wirkungslos. Ist die verkettete Spannung genau sinusförmig und der Transformator ohne jede Hysteresiserscheinung vollkommen symmetrisch, so muß sich eine genau sinusförmige Phasenspannung des Transformators ergeben, auch wenn die Phasenspannung des Generators stark verzerrt ist. Diese Verzerrung kann man sich zum Beispiel hervorgebracht denken durch je eine an Größe und Phase gleiche Zusatzspannung der 3-, 9- usw. fachen Periodenzahl in jeder Generatorphase. Man sieht hier sofort, daß sich diese Zusatzspannungen in der verketteten Spannung wegheben und für den Transformator wirkungslos bleiben müssen. Wären wir mit unseren Messungen ausschließlich auf die Transformatorzuleitungen und den Transformator selbst angewiesen, so würden wir von diesen Zusatzspannungen ohne Zuhilfenahme eines Körpers konstanten Potentials (der früher als Nullpunkt gewählte geerdete Sternpunkt des Generators) nichts erfahren können.

(Schluß folgt.)

Die Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten.

Von Dr. Ing. **Robert Moser**, Privatdozent, Wien.

(Schluß von Heft 15, Seite 176.)

Déri-Schaltung.

Die Berechnung der Transformatorspannung E'_T und Rotationsspannung E'_R zwischen den Bürsten I und II bezw. I' und II' beim Déri-Motor (Abb. 3) erfolgt nach der Vorschrift der Gleichung 2) aus der halben Summe der entsprechenden Spannungen zwischen den Bürsten I und II' sowie I' und II. Ebenso erhält man die Reaktanz k'_{12} und den Faktor c'_{12} aus der halben Summe der entsprechenden Werte für die diametralen Bürsten I und II' sowie I' und II.

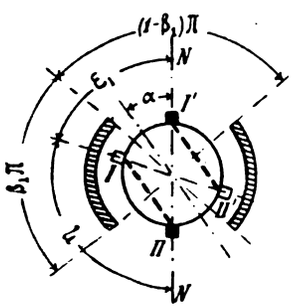


Abb. 3. Doppelbürstenanordnung nach Déri.

Gegenüber dem in Abb. 1 dargestellten allgemeinen Fall tritt hier dadurch eine Vereinfachung ein, daß die Bürsten I' und II nicht verschoben werden und sich in der Ständerwicklungsachse befinden. Im Sinne der Abb. 1 schließt die bewegliche Bürste I mit der Ständerwicklungsachse den Winkel

$$\varepsilon_1 = \pi - \eta \quad \ldots\ldots\ldots \quad 19)$$

ein, wenn η den Winkel zwischen den kurzgeschlossenen Bürsten bezeichnet. Der Winkel α jedoch, welchen die Achsen der Läufer- und Ständeramperewindungen miteinander einschließen, ist nach Abb. 3:

$$\alpha = \frac{\varepsilon_1}{2} = \frac{\pi - \eta}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 20).$$

Die Transformatorspannung, welche zwischen den mit der Ständerwicklung koaxialen festen Bürsten I' und II gemessen wird, ist durch die gegenseitige Reaktanz nach Gleichung 5b):

$$K\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta_1^2}{6}\right)$$

gegeben, und die Transformatorspannung zwischen den Bürsten I und II' je nach der Größe von $\varepsilon_1 = \pi - \varepsilon$ durch die Formeln 7), 7a) oder 7b), in welchen man η durch $\pi - \eta$ zu ersetzen hat. Unter Berücksichtigung der Grenzen von η erhält man nun nach Vorgesagtem folgende 3 Ausdrücke für k'_{12}:

für $\pi \geqq \eta \geqq (1+\beta_1)\frac{\pi}{2}$:

$$k'_{12} = \frac{1}{2}\left\{K\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta_1^2}{6}\right) + K\left[\frac{1}{2} - \frac{\beta_1^2}{6} - 2\left(\frac{\pi-\eta}{\pi}\right)^2\right]\right\} = K\left[\frac{1}{2} - \frac{\beta_1^2}{6} - \left(1 - \frac{\eta}{\pi}\right)^2\right] \quad 21),$$

für $(1+\beta_1)\frac{\pi}{2} \geqq \eta \geqq (1-\beta_1)\frac{\pi}{2}$:

$$k'_{12} = \frac{1}{2}\left\{\begin{array}{l} K\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta_1^2}{6}\right) + K\frac{1}{\beta_1}\left\{\frac{1}{3} - \frac{1}{2}(1-\beta_1)^2 + \right. \\ \quad + \frac{\pi-\eta}{\pi}\left[(1-\beta_1)^2 - 2\frac{\pi-\eta}{\pi} + \right. \\ \quad \left.\left. + \frac{4}{3}\left(\frac{\pi-\eta}{\pi}\right)^2\right]\right\} \end{array}\right\} 21a).$$

$$= K\frac{1}{\beta_1}\left[\frac{1}{2}(1-\beta_1)^2 \cdot \left(\frac{1-\beta_1}{6} - \frac{\eta}{\pi}\right) + \left(\frac{\eta}{\pi}\right)^2\left(1 - \frac{2}{3}\frac{\eta}{\pi}\right)\right]$$

für $(1-\beta_1)\frac{\pi}{2} \geqq \eta \geqq 0$:

$$k'_{12} = \frac{1}{2}\left\{K\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta_1^2}{6}\right) + K\left[\frac{3}{2} + \frac{\beta_1^2}{6} - 4\frac{\pi-\eta}{\pi} + 2\left(\frac{\pi-\eta}{\pi}\right)^2\right]\right\} = K\left(\frac{\eta}{\pi}\right)^2 \quad 21b).$$

Die Berechnung der Rotationsspannung ist hier noch besonders einfach, weil zwischen den Bürsten I' und II wegen der koaxialen Stellung derselben eine Rotationsspannung nicht vorhanden ist. Infolgedessen wird der Faktor c'_{12} für die Rotationsspannung zwischen den Bürsten I und II oder I' und II' nach der in Gleichung 2) gegebenen Regel ganz einfach durch den halben Wert des Faktors für die Rotationsspannung zwischen I und II' dargestellt. Nach den Formeln 8), 8a) und 8b) folgt also für die verschiedenen Grenzwerte von η, wenn man wieder ε durch $\varepsilon_1 = \pi - \eta$ ersetzt:

für $\pi \geqq \eta \geqq (1+\beta_1)\frac{\pi}{2}$:

$$c'_{12} = \frac{1}{2}C \cdot 2\frac{\pi-\eta}{\pi} = C\left(1 - \frac{\eta}{\pi}\right) \quad \ldots \quad 22),$$

Digitized by Google

für $(1+\beta_1)\frac{\pi}{2} \geqq \eta \geqq (1-\beta_1)\frac{\pi}{2}$:

$$c'_{12} = \frac{1}{2} C \frac{1}{2\beta_1}\left[-(1-\beta_1)^2 + 4\frac{\pi-\eta}{\pi} - 4\left(\frac{\pi-\eta}{\pi}\right)^2\right] = C\frac{1}{4\beta_1}\left[4\frac{\eta}{\pi}\left(1-\frac{\eta}{\pi}\right) - (1-\beta_1)^2\right] \quad 22a).$$

für $(1-\beta_1)\frac{\pi}{2} \geqq \eta \geqq 0$:

$$c'_{12} = \frac{1}{2} C \cdot 2\left(1-\frac{\pi-\eta}{\pi}\right) = C\frac{\eta}{\pi} \quad 22b).$$

Die Konstanten K und C haben die durch Gleichung 5a) und 6a) definierte Bedeutung.

Will man über den Verlauf der Transformator-EMK bezw. von k'_{12} mit der Veränderung der Bürstenstellung eine Vorstellung gewinnen, so könnte man ähnlich wie bei Einfachbürstenschaltung das Verhältnis dieser EMK zu ihrem Höchstwert, also den Ausdruck:

$$\frac{k'_{12}}{k_{12}}$$

bilden, wobei k_{12} wie bei Einfachbürsten die gegenseitige Reaktanz bei koaxialer Bürstenstellung ($\alpha = 0$, $\eta = \pi$) bezeichnet und aus Gleichung 21) unter Einführung von $\eta = \pi$ oder unmittelbar aus Gleichung 5) oder 5b) gewonnen wird.

Tabelle III. Verlauf der Transformator- und Rotationsspannung beim Déri-Motor $\left(\beta_1 = \frac{2}{3}\right)$.

α^0	η^0	$\frac{\eta}{\pi}$	$\frac{k'_{12}}{k_{12}}$	$\cos\alpha$	$\frac{c'_{12}}{c_{12}}$	$\sin\alpha$
0	180	1	1	1	0	0
15	150	$\frac{5}{6}$	$0{\cdot}93475 = \frac{5}{6}\cdot 1{\cdot}1217$	0·96593	$0{\cdot}25 = \frac{5}{6}\cdot 0{\cdot}3$	0·25882
30	120	$\frac{2}{3}$	$0{\cdot}75 = \frac{2}{3}\cdot 1{\cdot}125$	0·86603	$0{\cdot}4375 = \frac{2}{3}\cdot 0{\cdot}625$	0·5
45	90	$\frac{1}{2}$	$0{\cdot}5 = \frac{1}{2}\cdot 1$	0·70711	$0{\cdot}5 = \frac{1}{2}\cdot 1$	0·70711
60	60	$\frac{1}{3}$	$0{\cdot}25 = \frac{1}{3}\cdot 0{\cdot}75$	0·5	$0{\cdot}4375 = \frac{1}{3}\cdot 1{\cdot}3125$	0·86603
75	30	$\frac{1}{6}$	$0\,06522 = \frac{1}{6}\cdot 0{\cdot}3913$	0·25882	$0{\cdot}25 = \frac{1}{6}\cdot 1{\cdot}5$	0·96593
90	0	0	0	0	0	1

Tabelle IV. Vergleich zwischen dem Déri-Motor $\left(\beta_1 = \frac{2}{3}\right)$ und einem Motor mit Sinusfeld und unveränderlichem Bürstenabstand.

α^0	$\frac{c'_{12}}{k'_{12}} = \operatorname{tg}\psi$	$\operatorname{tg}\alpha$	$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \left(\frac{k'_{12}}{k_{12}}\right)^2 \cdot \frac{k_2}{k_2'}$	$\cos^2\alpha$	$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}\cdot\frac{1}{\cos\psi}$	$\cos\alpha$	ψ
0	0	0	1	1	1	1	0
15	0·26649	0·26795	0·94372	0·9330	0·97665	0·96593	14° 55′ 19″
30	0·58126	0 57735	0·75938	0·75	0·87835	0·86603	30° 10′ 4″
45	0·99644	1·0	0·5	0·5	0·70585	0·70711	44° 53′ 53″
60	1·7438	1·73205	0·24107	0·25	0·4846	0·5	60° 10′ 2″
75	3·8197	3·73205	0·05742	0·06699	0·22671	0·25882	75° 14′ 45″
90	∞	∞	0	0	0	0	90°

In Tabelle III sind diese Verhältniswerte $\frac{k'_{12}}{k_{12}}$ unter der Annahme, daß der Ständer auf $\frac{2}{3}$ seines Umfanges gleichmäßig bewickelt ist $\left(\beta_1 = \frac{2}{3}\right)$, von 15 zu 15° für α bezw. von 30 zu 30° für η angegeben. Der Vergleich mit der entsprechenden Verhältniszahl bei Sinusfeldern und Einfachbürsten, welche nach Gleichung 9b) durch $\cos\alpha$ dargestellt wird, liefert kein übersichtliches Ergebnis. Auch wenn man die Zahl der induzierten Leiter, welche durch das Verhältnis $\frac{\eta}{\pi}$ gekennzeichnet ist, berücksichtigt, gewinnt man keinen besonderen Einblick, wie die Tabelle III lehrt, in welcher die Werte von $\frac{k'_{12}}{k_{12}}$ mit herausgehobenem Verhältnis $\frac{\eta}{\pi}$ ebenfalls angegeben sind.

Ähnlich verhält es sich mit dem Verlauf der Rotationsspannung bezw. des Faktors c'_{12} bei Bürstenverschiebung. Hier steht eine Vergleichsspannung unmittelbar nicht zur Verfügung, da bei senkrechter Bürstenstellung ($\alpha = 90^0$), bei welcher im Falle von Einfachbürsten der Höchstwert der Rotationsspannung auftritt, hier die beiden kurzgeschlossenen Bürsten zusammenfallen ($\eta = 0$). Man kann aber zum Vergleich, so wie bei Einfachbürsten, die Rotationsspannung heranziehen, welche zwischen 2 diametralen, zur Ständerwicklungsachse senkrechten Bürsten gemessen wird. Das Verhältnis der Rotationsspannung bei beliebigem Bürstenwinkel α bezw. η zu dieser Spannung wird durch:

$$\frac{c'_{12}}{c_{12}}$$

angegeben, wenn c'_{12} aus den Formeln 22) bis 22b) und c_{12} aus Gleichung 6b) eingeführt werden. Der in Tabelle III ersichtliche Verlauf dieses Verhältnisses $\left(\text{unter Annahme von } \beta_1 = \frac{2}{3}\right)$ im Vergleich mit dem für den idealen Motor mit sinusartiger Feldverteilung giltigen Werte sin α, bietet nun ebenfalls keinen Anhalt für eine Beurteilung des Motors.

Anders ist es jedoch, wenn man wieder das Verhältnis

$$\frac{c'_{12}}{k'_{12}},$$

also das der Rotationsspannung zur Transformatorspannung bei Synchronismus betrachtet, wie es bei Einfachbürsten geschehen ist und welches nach Gleichung 9) und 10) bei sinusförmiger Feldverteilung den Wert tg α hat. Diese zwei Größen stimmen, wie Tabelle IV zeigt $\left(\text{für } \beta_1 = \frac{2}{3}\right)$ gut überein. Für die Berechnung von $\frac{c'_{12}}{k'_{12}}$ sind die Gleichungen 21) bis 22b) zu verwenden.

Was das durch Gleichung 14) definierte Verhältnis

$$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}$$

betrifft, so hat hier die Ständerreaktanz k_1' ebenfalls den unveränderlichen Wert nach Gleichung 15):

$$k_1' = k_1.$$

Digitized by Google

Die Läuferreaktanz k_2' ist dagegen vom Bürstenwinkel η abhängig und lautet:

$$k_2' = (1 + \tau_2)\frac{\pi^2}{40}\frac{\nu}{p}\frac{s_2^2}{a_2^2}\frac{F}{\delta''}.10^{-8}\left(\frac{\eta}{\pi}\right)^2\left(1-\frac{2}{3}\frac{\eta}{\pi}\right) \quad 23).$$

Der in Gleichung 14) vorkommende Bruch $\frac{k_1 k_2}{k_1' k_2'}$ geht dann über in:

$$\frac{k_2}{k_2'} = \frac{\frac{1}{3}}{\left(\frac{\eta}{\pi}\right)^2\left(1-\frac{2}{3}\frac{\eta}{\pi}\right)},$$

wenn die Läuferreaktanz k_2 für koaxiale Bürstenstellung aus Gleichung 23) mit $\frac{\eta}{\pi} = 1$ oder direkt nach Gleichung 16) berechnet wird. Somit ist:

$$\frac{1-\sigma'}{1-\sigma} = \left(\frac{k'_{12}}{k_{12}}\right)^2 \cdot \frac{1}{\left(\frac{\eta}{\pi}\right)^2\left(3-2\frac{\eta}{\pi}\right)} \quad 24).$$

Die für verschiedene Winkel η bezw. α unter Annahme von $\beta_1 = \frac{2}{3}$ berechneten und in Tabelle IV angegebenen Werte von $\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}$ weichen, abgesehen von jenen für den Bereich mit kleinen Winkeln η (großem α), welcher praktisch keine Bedeutung hat, von $\cos^2\alpha$ nur wenig ab.

In Tabelle IV wurde auch der Winkel ψ, berechnet aus $\operatorname{tg}\psi = \frac{c'_{12}}{k'_{12}}$ nach Gleichung 13) und der Ausdruck $\frac{1-\sigma'}{1-\sigma}\cdot\frac{1}{\cos\psi}$ für verschiedene Bürstenstellungen aufgenommen. Aus der guten Übereinstimmung von ψ mit α und des letzteren Ausdruckes mit $\cos\alpha$ folgt gemäß den Bedingungen in Gleichung 11) und 12), daß auf den Déri-Motor die unter Annahme von Sinusfeldern und Einfachbürsten entwickelten Diagrammkonstruktionen ebenfalls mit großer Annäherung Anwendung finden können.

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Kompensation der Phasenverschiebung von Induktionsmaschinen. H. Nehlsen bespricht die Verwendung von selbsterregten Hauptstrom-Drehfelderregermaschinen für diesen Zweck, wobei man eine von der Belastung unabhängige Phasenkompensation erhält, die bei Leerlauf des Motors und beim Generatorbetrieb bestehen bleibt. Die theoretischen Untersuchungen, die zur Aufstellung der Stromdiagramme führen, werden durch Versuchsergebnisse unterstützt, die im Prüffeld der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft vorgenommen wurden. Ein Induktionsmotor von 390 kW Normalleistung, 150 U. p. min, sollte durch eine 16 kVA-Erregermaschine für 720 U. p. min kompensiert werden. Diese hatte auf dem Ständer eine um 90° gegen die Ankerachse versetzte, mit Anzapfungen versehene Wicklung; es konnten drei verschiedene Betriebszustände erreicht werden. Bei Vollast war der Leistungsfaktor des Induktionsmotors 0·8. Ohne Ständererregung angelegt, ergab die Erregermaschine einen $\cos\varphi = 0{\cdot}99$ bei Vollast bis nahe Halblast. War die Ständererregung so bemessen, daß die effektiven AW von Ständer zu Anker sich wie 0·71 : 1 verhielten, so reichte die Kompensation bis 0·25-Last herunter. Bei vollem Wert der Ständererregung (Verhältnis 1·42 : 1), ergab sich

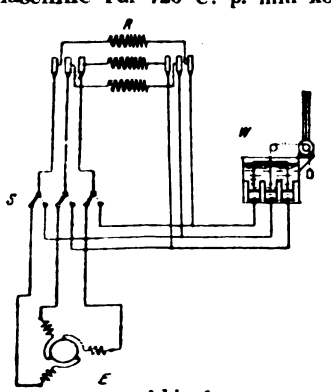


Abb. 1.

Voreilung, die bei Vollast gering ist, gegen den Leerlauf hin zu nimmt. Abb. 1 zeigt die Verwendung der Erregermaschine bei einem Walzenzugsmotor. Der Rotor R ist an sechs Schleifringen angeschlossen, drei sind mit dem Schlupfwiderstand S, die anderen drei über den Umschalter S mit der Erregermaschine E verbunden. Beim Anlauf wird S in die punktierte Stellung gebracht und der Rotor bei Abschaltung von E in Dreieck geschaltet. Der Antrieb des Schlupfwiderstandes ist so eingestellt, daß er erst bei Überschreitung einer bestimmten Belastung in Wirkung tritt; von Leerlauf bis zu dieser Belastung ist der Rotorwiderstand ungeändert, die Erregermaschine überkompensiert den Motor. Bei zunehmender Belastung nimmt die kompensierende Wirkung ab. Durch das Zusammenarbeiten aller Walzenstraßen wird aber $\cos\varphi$ praktisch auf 1 gehalten. In der gleichen Schaltung kann ein Asynchronmotor als Phasenregler in Netzen verwendet werden; das Anlassen, das bei Synchronmaschinen Schwierigkeiten macht, geht hier glatt vonstatten. Die Maschinen erhalten nebst der Ständererregung noch eine Wendepolwicklung zur Verbesserung der Kommutation.

(E. T. Z. 39, Hefte 50 u. 51, 1917.)

Meßapparate und Meßmethoden.

Die Messung der Hörbarkeit in drahtlosen Stationen. J. Zenneck. Bekanntlich wird als Hörbarkeit das Verhältnis des Stromes im Telephon ohne Nebenschluß zu dem Strom mit Nebenschluß R bezeichnet, der so bemessen ist, daß man gerade noch Punkte und Striche voneinander unterscheiden kann. Die Hörbarkeit ist dann durch die Formel gegeben

$$A = \frac{\sqrt{(R+R_t)^2 + (2\pi N L_t)^2}}{R}.$$

Hiebei sind R_t und L_t Widerstand und Impedanz des Telephons bei Audionfrequenz und N die Gruppenfrequenz. Ist die Induktanz des Telephons gegenüber $(R + R_t)$ sehr klein, was aber bei den gebräuchlichen Telephonen nicht der Fall ist, so gilt die vereinfachte und allgemein angewendete Formel $A = \frac{R+R_t}{R}$. Der Verfasser weist auf die schwierige Durchführung der Messung und die Ungenauigkeiten der Berechnung hin, die in der Unsicherheit der Einheit für die Hörbarkeit und in der veränderlichen Empfindlichkeit des Detektors begründet ist. Man kann diesen Schwierigkeiten begegnen, wenn man die von den ankommenden Signalen hervorgerufene Hörbarkeit mit jener vergleicht, die von einem mit dem Empfangsluftleiter äußerst lose gekoppelten Normalkreis mit derselben Gruppenfrequenz herrührt. Der Normalkreis ist ein Kondensatorkreis mit Hitzdrahtinstrument oder Thermoelement, er wird auf die Frequenz der ankommenden Wellen abgestimmt. Bei konstant gehaltener Kopplung mit der Antenne wird der Kondensator des Kreises durch einen rotierenden Umschalter aufgeladen, worauf sich dieser in den Kreis entlädt. Durch Änderung der an den Kondensator angelegten Spannung werden verschieden starke Schwingungsströme erzeugt und die Hörbarkeit für jeden einzelnen Wert der mittleren Stromstärke derselben gemessen. Sind die Konstanten der Anordnung bekannt, so kann man nach diesem Verfahren die Amplitude der im Luftleiter durch einen entfernten Sender erzeugten Schwingungen messen. Das Dekrement des Normalkreises muß aber dem der ankommenden Wellen gleich sein. Die Amplitude der im Luftleiter durch den Normalkreis erzeugten Schwingungen muß so eingestellt werden, daß sie dieselbe Hörbarkeit geben wie die ankommenden Wellen, dann sind die im Luftleiter durch die ankommenden Wellen und durch den Normalkreis induzierten EMKe gleich. Bei der Hörbarkeitsmessung von ungedämpften Wellen ist als Normalkreis ein kontinuierlich schwingendes System von derselben Frequenz wie der Sender zu benutzen; als Schwingungserzeuger im Normalkreis ist ein Audion anzuwenden.

(Jahrb. drahtl. Tel., Bd. 12, Heft 5.)

Stromverteilung.

Gesichtspunkte für die betriebssichere Stromversorgung größerer Anschlußanlagen. H. Zipp. Da nach dem Krieg aus mannigfachen Gründen städtische Elektrizitätswerke ihren Eigenbetrieb einstellen und Anschluß an ein Großkraftwerk suchen werden, erörtert der Autor die Forderungen, die solche Betriebe hinsichtlich der Betriebssicherheit zu stellen haben werden; dabei hat er die Versorgung von Städten bis zu 50 000 Einwohnern im Auge. Durch entsprechende Ausführung der Speiseleitungen muß von vorneherein Sorge getragen werden, daß dauernd Strom aus zwei elektrisch voneinander unabhängigen Leitungsgebieten eines Kraftwerkes oder von zwei unabhängigen Werken zur Verfügung steht; der Einbau einer entsprechend großen Reservebatterie dürfte doch aus Mangel an Raum und wegen der hohen Kosten nicht in Frage kommen. Diese Sicherheit des Betriebes muß schon im Vertrag mit dem Überlandwerk festgelegt werden, wobei den etwa im Laufe der Zeit beim Erzeuger und Verbraucher eintretenden Änderungen Rechnung zu tragen sein wird.

Digitized by Google

Der Verfasser erörtert die möglichen Störungen, von denen die in der Leitung auftretenden von Wesenheit sind. Ob nicht Störungen in fremden Anschlüssen auf den Abnehmer zurückwirken, hängt von der Art des Überstromschutzes und der Anordnung des Netzes ab, deshalb soll schon bei Abschluß des Vertrages die Anordnung und Abstufung der Empfindlichkeit des Überstromschutzes und die Einordnung des anzuschließenden Verbrauchers in das allgemeine Schutzsystem festgelegt sein. An der Hand von Beispielen wird gezeigt, wie eine unzweckmäßig gesicherte Anlage eine Quelle von Störungen für andere Anschließer darbietet. Hierauf werden die in einem städtischen Anschluß für 1000 kW bei verschiedenen Anordnungen der Stromzuführungsanlage gesammelten Betriebserfahrungen angegeben. Am betriebssichersten hat sich die Schaltung nach Abb. 2 erwiesen. Der städtische Anschlußbetrieb *A* kann vom Kraftwerk *K* über die Schaltstelle *S* und vom Werk *L* über Schaltstelle *T* Strom beziehen. In den beiden Schaltstellen sind Doppelsammelschienen vorhanden. Die Abbildung zeigt die Schaltung bei ungestörtem Betrieb. Tritt irgendwo eine Störung auf, so erhält *A* durch Umschaltung, die in kürzester Zeit vorgenommen werden kann, stets Strom von einer ungestörten Seite. Diese Anordnung ergibt nur Betriebsunterbrechungen von sehr geringer Dauer, höchstens 1 min, eben nur so lange, als von einer auf die andere Leitung umgeschaltet wird. Weiter erörtert der Verfasser, wie man vom Standpunkt der Betriebssicherheit und von dem des Wirkungsgrades der Anlage prüfen muß, ob eine vorhandene Batterie vergrößert und den Anforderungen des Gleichstromnetzes angepaßt werden oder ob ein Umformer eingestellt werden soll und weist darauf hin, daß Quecksilberdampfgleichrichter, die bei 440 V mit 94% Wirkungsgrad arbeiten und in der kürzesten Zeit betriebsbereit sind, in der Zukunft die Akkumulatoren in den Umformerwerken verdrängen werden. Vertragsmäßig soll auch festgelegt werden, daß das Großkraftwerk auf eigene Kosten die Hochspannungsapparate des Abnehmers auswechseln muß, wenn seine Kurzschlußkapazität durch Vergrößerung seiner Maschinenleistung den Wert übersteigt, dem die vorhandene Schaltanlage angepaßt ist. Endlich betont er die Notwendigkeit einer durch keine Störungen irgend einer Art unterbrochenen Telephonverbindung des angeschlossenen Werkes mit dem Großkraftwerk oder der Schaltstelle, die nur durch unterirdisch verlegte Kabel oder durch Stahldrahtkabel am Hochspannungsgestänge herbeigeführt werden kann. (E. K. B. 16, Heft 3.)

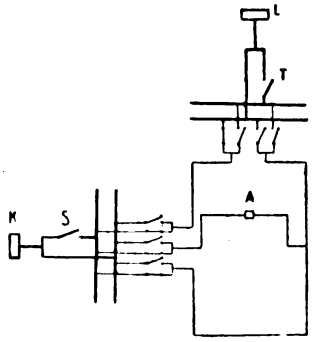


Abb. 2.

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Turboelektrischer Schraubenantrieb auf Schlachtkreuzern der Vereinigten Staaten von Amerika. In einer Diskussion vor der American Society of Naval Architects and Marine Engineers, New York, gibt der bekannte Ingenieur W. L. R. Emmet die Gründe an, warum die amerikanische Marine den elektrischen Schiffsantrieb auf ihren neuesten Schlachtschiffen eingeführt hat. Der elektrische Schiffsantrieb ist für sieben amerikanische Schlachtschiffe mit je 33 000 PS bestellt und für vier Schlachtkreuzer mit je 180 000 PS bei 35 Knoten vorgesehen. Dem elektrischen Schiffsantrieb widersetzen sich fast alle Schiffsbauer, sowie auch Sir Charles Parsons und Mr. Charles Curtis. Interessant ist die Tatsache, daß bei elektrischem Zwischentrieb die hohen Lizenzgebühren auf Schiffsturbinen entfallen. Die General Electric Co. N. Y., die den elektrischen Schiffsantrieb besonders pflegt, hat auch für 79 große Schiffe Antriebsmaschinen mit Zahnradgetriebe zwischen Turbine und Schraubenwelle geliefert, ist also durchaus nicht einseitig! Die Schraubenwellen der oben erwähnten vier Schlachtkreuzer machen 250 U. p. min bei 35 Knoten. Es werden vier raschlaufende Turbogeneratorensätze aufgestellt, wie sie an Land bereits erprobt sind. Auf jeder der vier Schraubenwellen sitzen zwei unabhängige Elektromotoren mit eisengepanzerten Rotoren; die Generatoren und Motoren können beliebig kreuzweise verbunden werden. Alle Schaltungen werden in stromlosem Zustand ausgeführt, was selbsttätig gewährleistet wird. Beim Auftreten irgendwelcher unerwünschter elektrischer Verhältnisse wird selbsttätig die Haupterregung unterbrochen und das ganze System verliert seine Energie. Das Gesamtgewicht der ganzen Maschinenanlage samt Leitungen und Apparaten wiegt 1865 t. Beim Räderantrieb müßten außer den Vorwärtsturbinen noch besondere Rückwärtsturbinen und außerdem Marschturbinen für langsame Kreuzfahrten mit eigenem Schraubenrädergetriebe eingebaut werden. Amerikanische Schiffsbauer behaupten allerdings, sie könnten durch Räderantrieb gegenüber dem elektrischen Zwischengetriebe 1000 t an Gewicht und 1 Mill. Dollar an Preis sparen, was Emmet als unerwiesen hinstellt. Bei elektrischem Antrieb ist die Gefahr eines kompletten Schiffstillstandes viel geringer als beim Räderantrieb; ein defekter Motor bedingt nur eine Reduktion der Höchstgeschwindigkeit um einen Knoten. Selbst wenn zwei Generatoren und vier Motoren abfallen, macht das Schiff noch 26 Knoten. Die Rückwärtsturbinen verursachen bekanntlich in verschiedener Hinsicht Schwierigkeiten, beim elektrischen Antrieb hat man ohne weiteres volle Kraft rückwärts bei normal weiter laufenden Turbinen.

Die Verluste, die im elektrischen Zwischentrieb obiger Kreuzer zwischen Turbine und Schraubenwelle auftreten, betragen 7%; durch Änderung der elektrischen Spannung kann dieser Wirkungsgrad bei den meisten Geschwindigkeiten aufrecht erhalten werden. Emmet gibt zu, daß bei Vollast und Räderantrieb der Wirkungsgrad vielleicht 2% besser ausfallen könnte, obwohl eingehende Versuche in Schenectady ergeben haben, daß die anderweitig bekanntgegebenen Werte für die Zahnräderverluste von Turbinengetrieben zu verdoppeln sind. Bei Teillasten wird das Rädergetriebe viel ungünstiger. Besonders vorteilhaft wird bei elektrischem Betriebe die langsame Fahrt: Bei 19 Knoten läuft nur ein Turbosatz, aber mit voller Geschwindigkeit, da die Geschwindigkeit der Motoren offenbar durch Polumschaltung herabgesetzt wird. Das führt zu besonders niedrigem Kohlenverbrauch bei Langsamfahrt und zu gesteigertem Aktionsradius.

Besonders vorteilhaft wird das elektrische Zwischengetriebe für schwere Schlachtschiffe, aber auch für Zerstörer kann es infolge der Möglichkeit, Dampfdruck und Überhitzung zu steigern, einmal wünschenswert werden. Auf Handelsschiffen bietet das elektrische Zwischengetriebe folgende Vorteile: Man kann Doppelturbinen aufstellen auch bei einfacher Schraubenwelle; die Maschinen kann man beliebig im Schiff verteilen, die Turbinen bei den Kesseln, die Motoren bei den Schrauben aufstellen. Hilfsmaschinen, Pumpen, Hebezeuge können von den elektrischen Hauptmaschinen mitbetrieben werden. Hohe Überhitzung ist zulässig.

(Engineering, 24. August 1917.) *N.*

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Direkte Erzeugung der Elektrizität aus Leuchtgas. A. Reed konstruierte eine galvanische Zelle, in der die Elektrizität durch die Oxydation von Leuchtgas erzeugt wird. In dem aus geschmolzenem Borax bestehenden Elektrolyten wird das Oxyd eines Metalles gelöst, das mehrere Oxydationsstufen zu bilden vermag, so zum Beispiel ein Manganoxyd. Wenn Lösungen zwei verschiedener Oxyde sich gegenseitig berühren, entsteht ein elektrischer Potentialunterschied. Taucht man in jede der Lösungen eine Elektrode ein, so fließt in den sie verbindenden Leiter solange ein elektrischer Strom, als der Unterschied der Oxydationsstufen beider Lösungen aufrecht erhalten wird. Mit Platinelektroden und einem Manganoxyd in der Lösung erhielt man eine EMK von 1 V und einen Strom von 15 A pro 928 cm² aktiver Oberfläche. Die ständige Reduktion des Oxydes wird durch das ununterbrochen in die Zelle eintretende Leuchtgas bewirkt, dessen Verbrennungswärme auf diese Weise in elektrische Energie verwandelt wird. (L' Usine, 1. 11. 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über den Energieaustausch bei Zusammenstößen zwischen langsamen Elektronen und Gasmolekülen. H. Hertz, Berlin, ist es gelungen, für die Bewegung von Elektronen im elektrischen Felde in Gasen geringer Elektronenaffinität Beziehungen aufzustellen, mit deren Hilfe unter Heranziehung bereits vorhandener Messungen der Endgeschwindigkeit, welche Elektronen im Helium im elektrischen Felde erreichen, der Energieverlust beim einzelnen Zusammenstoß zwischen einem Elektron und einem Heliumatom berechnet werden kann. Er ergab sich zu dem $2{\cdot}7 \cdot 10^{-4}$fachen der Energie des Elektrons. Diese Größe stimmt mit der Größe $2{\cdot}9 \cdot 10^{-4}$, die sich für den Energieverlust ergeben würde, wenn die Zusammenstöße zwischen Elektronen und Heliumatomen nach den Gesetzen der Zusammenstöße elastischer Kugeln abliefen, soweit überein, daß der Schluß berechtigt erscheint, daß beim Zusammenstoß zwischen Elektronen und Heliumatomen eine Energieabgabe an innere Freiheitsgrade des Heliumatoms nicht erfolgt, vielmehr die ganze vom Elektron abgegebene Energie als kinetische Energie des Heliumatoms wieder zum Vorschein kommt. Für Wasserstoff kann aus den vorhandenen Messungen nur die Größenordnung des Energieverlustes angegeben werden, und zwar zum $6 \cdot 10^{-2}$fachen der Energie des stoßenden Elektrons. Hier ist also eine Energieabgabe an innere Freiheitsgrade des Wasserstoffmoleküles anzunehmen. Die von auf Grund seiner Annahmen gewonnenen theoretischen Ergebnisse lassen sich auch auf die Bewegung freier Elektronen in Gasen von hohem Druck ausdehnen und ebenso ist möglich, den großen Einfluß außerordentlich geringer Verunreinigungen auch quantitativ zur Darstellung zu bringen. Die Ausführungen von Hertz zeigen, daß es auf Grund der heute vorliegenden theoretischen und experimentellen Daten

Digitized by Google

nicht nur möglich ist, den Mechanismus der Stoßionisation in großen Zügen zu skizzieren, sondern daß man auch ein ziemlich ins einzelne gehendes Bild der Vorgänge zu entwerfen vermag. Es werden auf diesem Wege nicht nur neue Kenntnisse über den Bau und die Dynamik der Atome und Moleküle gewonnen, sondern man kann auch erwarten, bei besserer Kenntnis der Einzelvorgänge tiefer in die verwickelten Vorgänge der komplizierteren Elektrizitätsleitungserscheinungen in Gasen eindringen zu können. Die Resultate über den hohen Druck und die Verunreinigungen sind hiebei von besonderer Bedeutung, denn sie befreien die Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade von den einengenden Schranken des niedrigen Druckes und der extremen Gasreinheit. (Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. 19, 1917.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schleuderpumpen für Luft oder Gase.

Die Maffei-Schwartzkopff-Werke Ges. m. b. H. in Berlin stellen für Kreiselgebläse mit axialem Eintritt und radialem Austritt der Luft die Laufradschaufeln derart her, daß die Schaufelquerschnitte auf der ganzen Schaufellänge nach demselben Halbmesser gebogen sind und die Schaufelbreite mit dem Abstande von der Drehachse zur Änderung der Kantenwinkel verschieden ist. Es entspricht also der durch die Schaufelbreite bedingte Kantenwinkel an jeder Stelle der Schaufel der Mittelkraft aus der dort herrschenden Umfangsgeschwindigkeit des Rades und der Zuflußgeschwindigkeit der Luft. Diese Schaufelform ermöglicht eine einfache Massenherstellung. (Ö. P. Nr. 71694.)

Otto Gottschling in Frankenthal, Pfalz, geht von der bekannten Tatsache aus, daß die Schwingungsenergie eines Körpers dadurch beliebig vergrößert werden kann, daß man einen Stoß im Sinne der Bewegungsrichtung der Schwingung, das heißt im beschleunigenden Sinne, beliebig oft auf den Körper wirken läßt, und baut ein Kreiselgebläse, bei dem das Fördermittel stoßweise in entsprechend abgestimmte Räume gefördert wird, so daß es in Schwingungen versetzt und damit sein Druck gesteigert wird. Zu diesem Zwecke ist das Laufrad als hohle Scheibe ausgeführt, die am Umfang der dem Saugstutzen gegenüberliegenden Stirnwand in gleichem Abstand voneinander angeordnete Bohrungen besitzt, aus denen das Fördermittel in einen oder mehrere Kanäle im Gehäuse geblasen wird. Durch diese in gleichen Zeiträumen erfolgenden Luftstöße wird die in diesen Kanälen enthaltene Luftsäule in Schwingungen versetzt. Hat die Energie der Schwingung die gewünschte Größe erreicht, so entweicht die Luft durch ein entsprechend belastetes Ventil in die Auspuffleitung. (D. R. P. Nr. 296872.)

Das von Anton Piller in Hamburg ersonnene Kreiselgebläse mit trommelförmigem Laufrad hat den Zweck, die axiale Druckwirkung des Laufrades aufzuheben. Die Schaufeln erhalten möglichst große axiale, aber nur kleine radiale Ausdehnung und sind in axialer Richtung auf dem einen Ende entsprechend verjüngt ausgeführt und derart wechselweise gegeneinander versetzt, daß bei der einen Schaufel das schmale und bei der darauffolgenden das breite Ende an der Seite der Einströmung liegt. (Ö. P. Nr. 70899.)

Bei mehrstufigen Gebläsen mit Umführungsrohren zwischen den Stufen ordnet die Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon (Schweiz) die Bahn der umgeführten Luft teilweise in der Grundplatte an, wodurch sich eine Verbilligung der Fundamente ergibt. (Schw. P. Nr. 72546.)

Von Regelungsvorrichtungen für Kreiselverdichter sei zunächst die von der Frankfurter Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Pokorny & Wittekind und Dr.-Ing. Willibald Grun in Frankfurt a. M. unter Patentschutz gestellte besprochen. Sie gehört jener Gattung an, bei der ein unter dem Einfluß der Luftleitung stehender Druckregler oder Mengenregler mit einem Fliehkraftregler zusammenwirkt, wobei dieser unabhängig vom Druckregler auf die Dampfseite einwirkt. Nach der Erfindung sollen Druckregler und Geschwindigkeitsregler so zusammenwirken, daß der Druckregler allein bei den Druckschwankungen in dem großen Bereich der Drehzahländerung von 10 bis 20% einwirkt und der Geschwindigkeitsregler dabei ohne eigenen Einfluß auf die so hergestellte neue Drehzahl verstellt wird. Weiters soll bei geringen Schwankungen der Drehzahl infolge Änderungen auf der Dampfseite der Geschwindigkeitsregler ohne Mitwirkung des Druckreglers die Dampfseite so beeinflussen, daß hiebei keine oder nur ganz geringe dauernde Drehzahländerungen eintreten. Um dies zu erzielen, wird als Geschwindigkeitsregler ein solcher von großem Ungleichförmigkeitsgrad und hoher Empfindlichkeit angewendet und in das Reglergestänge ein Isodrom eingeschaltet. Der große Ungleichförmigkeitsgrad des Drehzahlreglers bewirkt die Einstellung dieses Reglers auf die verschiedenen, durch den Druckregler bedingten Drehzahlen, wogegen die kleinen Verschiebungen der Drehzahlregelmuffe bei Schwankungen im Treibmittel ohne Mitwirkung des Druckreglers vor sich gehen können und das Isodrom jeden der beiden Vorgänge in zwei Stufen zerlegt. Im ersten Teile findet eine Veränderung der Länge der Feder des Isodroms statt, die während des zweiten Teiles durch Verschiebung des Isodromkolbens wieder rückgängig gemacht wird. Die Wirkungsweise geht aus der in Abb. 1 dargestellten Ausführungsform der Regelungsvorrichtung hervor. Steigt der Druck in der an die Druckleitung des Verdichters angeschlossenen Leitung 33, so bewegt sich der Kolben 13 unter Zusammendrückung der Feder 16 nach aufwärts und der um 27 drehbare Hebel 9 hebt die kleinen Kolben 17 und 18 der Steuervorrichtung 8. Druckflüssigkeit tritt durch das Rohr 19 in die Leitung 20, drückt den Kolben 5 nach abwärts und spannt die Feder 26. Hiebei schließt sich das Dampfventil 6 und es tritt eine die Umdrehungszahl verkleinernde Leistungsabnahme ein. Der Regler nimmt die der neuen Leistung entsprechende Stellung innerhalb seines Ungleichförmigkeitsgrades ein, die Hülse 2 senkt sich und führt die Schieberkolben 17 und 18 in ihre Mittellage zurück. Hiebei bewegen sich der mit Öl gefüllte Zylinder 25 und der Kolben 30 gemeinsam. Allmählich wird aber durch die Spannung der Feder 26 das Öl von der oberen Kolbenseite durch das Rohr 32 auf die untere Kolbenseite gedrückt, der Kolben 30 verschiebt sich daher nach aufwärts, wodurch das Rückführungsgestänge 29—23 verlängert wird. Dadurch heben sich die Hülse des Reglers 1 und gleichzeitig die Steuerkolben 17 und 18. Es tritt eine weitere Abwärtsbewegung des Ventiles 6 ein und der Ausgleich in der Regelung spielt sich in der gleichen Weise ab wie vorher. In kurzer Zeit stellt sich hierauf die erforderliche geringere Umdrehungszahl, das heißt ein neuer Gleichgewichtszustand, ein, durch den der Luftdruck in gleichbleibender Größe erhalten bleibt. Schwankungen in der Leistung der Antriebsmaschine bewirken eine Verschiebung der Reglerhülse, mithin ebenfalls eine Betätigung der Steuerungsvorrichtung 8. Durch die Isodromwirkung wird ein neuer Beharrungszustand herbeigeführt, jedoch derart, daß bei dem neuen Gleichgewichtszustand die gleiche Umdrehungszahl erhalten bleibt. (D. R. P. Nr. 298683.)

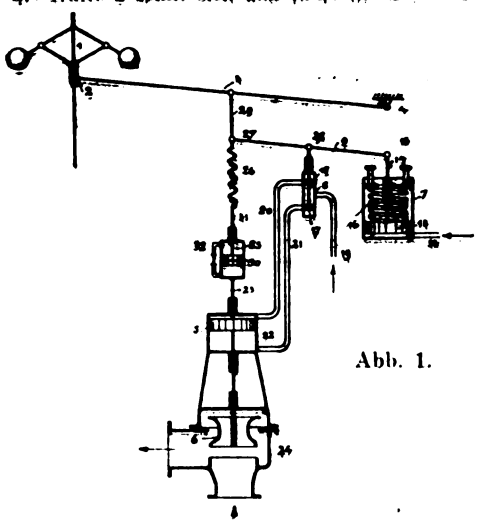


Abb. 1.

Alfred von Castellain in Karolinental bei Prag hat eine Windführung für Turbokompressoren erfunden, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die bei veränderlicher Luftentnahme sich jeweils ergebende überschüssige Preßluft nicht ins Freie gelassen, sondern in eine Zwischendruck- oder in die Enddruckstufe des Kompressors zurückgeführt wird, wodurch eine Leistungsersparnis erzielbar ist. (Ö. P. Nr. 71082.)

Die den Gegenstand eines Patentes der Frankfurter Maschinenbau-Aktiengesellschaft vorm. Pokorny & Wittekind und des Dr.-Ing. Willibald Grun, beide in Frankfurt a. M., bildende vereinigte Abblase- und Drosselvorrichtung kommt für solche Kreiselverdichter in Betracht, bei denen man mit Saugregelung arbeitet. Diese hat den Zweck, bei zu geringem Luftbedarf des Kompressors, in der Nähe seiner Pumpgrenze, den Kompressor von der Druckleitung abzuschalten und durch Schließen einer Drosselvorrichtung in der Saugleitung und gleichzeitiges Öffnen eines Abblaseventiles in der Druckleitung eine Verringerung des Enddruckes der Verdichters und Verminderung der Leerlaufarbeit herbeizuführen. Nach der Erfindung ist der Raum hinter dem Abblaseventil mit dem Raume hinter der Drosselvorrichtung verbunden. Das von der Abblasevorrichtung in der Druckleitung abgeblasene Mittel fließt in die Saugleitung zurück und ein Hilfsauslaß bläst nach Abschalten des Kompressors von der Druckleitung die im Kompressor eingeschlossene Luft auf eine niedrigere Spannung ab. Hiebei wird das Hilfsausblaseventil beim Schließen der Drosselvorrichtung zunächst nur wenig angehoben und erst durch eine Hilfskraft, zum Beispiel eine Feder, selbsttätig ganz geöffnet, um die Zeit für den Übergang vom vollen Betriebsdruck auf den gewünschten niedrigeren Enddruck den jeweiligen Betriebsverhältnissen anpassen zu können. (Ö. P. Nr. 73852.)

Von neueren Kühlvorrichtungen für mehrstufige Kreiselverdichter sei zunächst die von Hans Guyer in Zürich verwendete erwähnt. Die Kühlrohre sind in die zwischen den Laufrädern befindlichen Umlaufkammern eingesetzt und das Gehäuse des Verdichters erhält eine solche Form, daß die Kühlrohre unmittelbar in die Seitenteile der Gehäusewand eingesetzt und durch vor ihren Enden angebrachte, abnehmbare Deckel, die mit den erwähnten Seitenteilen Wasserkammern bilden, zum Zwecke leichter Reinigung und Auswechslung zugänglich gemacht sind. (Ö. P. Nr. 72956.)

Auch die Aktiengesellschaft der Maschinenfabriken Escher Wyss & Cie. in Zürich baut die Kühlrohre in die Umlaufkammern ein, ordnet sie jedoch der Hauptsache nach parallel zur Wellenachse an und befestigt sie in von der Wandung der Umleitkammer lösbaren Böden, die zum Zwecke der Reinigung mit den Rohren ausgehoben werden können. (D. R. P. Nr. 296871.)

Die Erfindung von Ernst Wilhelm Köster in Frankfurt a. M. bezieht sich auf solche mehrstufige Kreiselverdichter, bei denen zwischen zwei Ringen ihres aus einzelnen, die Lauf- und Leiträder einschließenden Ringen zusammengesetzten Gehäuses ein Zwischenstück zum Anschluß eines Zwischenkühlers eingeschaltet ist. Dieses Zwischenstück ist nun derart als Leitradring ausgebildet, daß es sich zwischen zwei beliebige Gehäuseringe einsetzen oder gegen ein Laufrad oder ein Leitradringpaar oder einen einzelnen Leitradring ohne Verwendung besonderer Anschlußstücke auswechseln läßt. (Ö. P. Nr. 71051.)

Auch bei der von der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) vorgeschlagenen Bauart sind Zwischenkühler außerhalb der Radgruppen des mehrstufigen Kreiselverdichters vorgesehen. Hiebei werden die Zu- und Ablaufkanäle der Radgruppen nach und von den Kühlern als Ringräume außen um die Gehäuse der Radgruppen herum angeordnet, wodurch eine Vergrößerung der Baulänge vermieden wird. Die Ringräume stoßen so zusammen, daß

Digitized by Google

sie in ihrer Gesamtheit einen Hohlraum bilden, in dem die einzelnen Ringräume durch den Hohlraum untereinander teilende Zwischenräume gebildet werden. (D. R. P. Nr. 295924.)

Schließlich soll noch aus der Gruppe der Kreiselgebläse mit Hilfsflüssigkeit jenes hervorgehoben werden, das die Frankfurter Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. Pokorny & Wittekind und Dr.-Ing. Willibald Grun in Frankfurt a. M. zu Erfindern hat. Das Laufrad ist in bekannter Weise mit Kanälen ausgestattet, aus denen Wasserstrahlen austreten, die seitlich hinzutretende Gase erfassen und in eine Leitvorrichtung zur Verdichtung hineinschleudern. Um nun ein Abschleudern des Spaltwassers in den Gasraum zu verhindern und das Spaltwasser auf vorgeschriebenem Wege derart zu führen, daß der Gaszufluß nicht gestört wird, werden die Dichtungsspalte innerhalb der Fangkränze angeordnet. Das austretende Spaltwasser fließt längs den Radseitenwänden nach den Fangkränzen, von wo es durch Löcher, deren Achse in die Öffnung der Leitvorrichtung gerichtet ist, in diese tritt, um als Kraftwasser an der Verdichtung des Gases teilzunehmen. (D. R. P. Nr. 296530.)

Vereins-Nachrichten.

Personalnachricht.

Dr. Ing. Ferdinand Neureiter, Direktor der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke in Wien, wurde der österreichische Adelsstand verliehen.

Protokoll der XXXVI. ordentlichen Generalversammlung vom 28. März 1918.

Der Präsident Herr Direktor v. Sääf begrüßt die Erschienenen und gibt bekannt, daß die 36. ordentliche Generalversammlung rechtzeitig einberufen und behördlich angemeldet worden ist; der Termin und die Tagesordnung der Generalversammlung sowie der Jahresabschluß wurden im Heft 10 der Vereinszeitschrift vom 10. März 1918 veröffentlicht. Die Generalversammlung ist — wie der Vorsitzende konstatiert — beschlußfähig.

Der Präsident gibt vor Eingehen in die Tagesordnung bekannt, daß Herr Hofrat Prof. Dr. Viktor v. Lang — ehemaliger Präsident des Vereines und derzeitiges Ehrenmitglied — vor kurzem sein achtzigstes Geburtsfest gefeiert hat; die Versammlung beschließt über seinen Antrag unter großem Beifall die Absendung des folgenden Glückwunschtelegrammes: „Die heute tagende Generalversammlung des Elektrotechnischen Vereines hat die Mitteilung seines Vorsitzenden über die von Euer Hochwohlgeboren vor kurzem begangene Geburtstagsfeier mit dem Ausdruck der Freude zur Kenntnis genommen und beglückwünscht Euer Hochwohlgeboren auf das Herzlichste."

Der Vorsitzende erinnert sodann an jene Mitglieder, welche der Verein im abgelaufenen Jahre durch Ableben verloren hat; es sind dies: Schweitzer Theodor, Betriebsleiter, Amstetten; Antonovich Alexander, Kaufmann, Wien; Pawel J., k. k. Hofrat, Prag; Sopauschek Raimund, Ing., Prokurist der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke, Wien; Neiss Viktor, Student; Pfalzner Paul, Ingenieur, Wien; Roß Friedrich, Ingenieur, Ehrenmitglied, Wien; Puluj J., Dr. Ing., Hofrat, Ehrenmitglied, Prag.

Die Versammlung erhebt sich zum Zeichen des Andenkens an die Verstorbenen von den Sitzen und beschließt die Aufnahme der Trauerkundgebung in das Protokoll der Generalversammlung.

Der Präsident eröffnet nunmehr die Erledigung der Tagesordnung mit folgender Ansprache: „Seit Ausbruch des Krieges halten wir heute die vierte Generalversammlung ab. Der Verein mußte, den Kriegsverhältnissen Rechnung tragend, sich darauf beschränken — gleich wie im Vorjahre — seine Tätigkeit den Aufgaben der elektrotechnischen Kriegswirtschaft zu widmen, worüber der Bericht über die Tätigkeit eingehend Aufschluß gibt. Da auf dem Programm des heutigen Abend die Fortsetzung der Diskussion über den Entwurf eines ‚Gesetzes über die Elektrizitätswissenschaft' steht, bitte ich mir zu gestatten, daß ich mich im folgenden auf die möglichst rasche Erledigung der Tagesordnung der Generalversammlung beschränke". (Die Versammlung stimmt zu.)

Zu Verifikatoren des Protokolls werden die Herren: Staatsbahnrat Ing. Bach und Ing. Doctor, zu Skrutatoren für die Wahlen die Herren: Prokurist Hacker und Ing. Hara gewählt.

Es wird nunmehr zu Punkt 1 der Tagesordnung: Bericht über die Vereinstätigkeit im Vereinsjahre 1917/18 geschritten; der Präsident verweist auf den beim Eintritt in den Saal den Herren übermittelten gedruckten Tätigkeitsbericht. Von der Verlesung wird über Beschluß der Versammlung abgesehen. Der Bericht lautet:

„Die Tätigkeit des Vereines war auch im abgelaufenen Berichtsjahre — dem vierten im Kriegszustande — vornehmlich den mit der Kriegswirtschaft im Zusammenhang stehenden besonderen Aufgaben und Arbeiten gewidmet.

Die lange Dauer des Krieges hat einen zunehmenden Mangel an den in der Starkstromtechnik verwendeten Materialien zur Folge und zwingt zu deren sparsamster Verwendung und zur in weitgehendem Maße mannigfaltigeren Anwendung von Ersatzstoffen. Dies bedingt die fortgesetzte Ergänzung und Abänderung der geltenden Ausführungsvorschriften für elektrische Anlagen und deren Anpassung an die jeweilig bestehenden Verhältnisse. Das Regulativkomitee des Vereines (Obmann Herr Hofrat Prof. Ing. Hochenegg) mußte daher auch im Vorjahre diesbezüglich eine Reihe von Beschlüssen fassen, über welche folgendes zu berichten ist.

Im 5. Anhang der Sicherheitsvorschriften (Bestimmungen für Freileitungen) war hinsichtlich der Führung von Hochspannungsfreileitungen über öffentliche Verkehrswege für das Kreuzungsfeld und die benachbarten Spannfelder die ausschließliche Verwendung von hartgezogenem Kupfermaterial vorgeschrieben. Da bei der gebotenen Schonung der Kupfervorräte diese Beschränkung nicht gerechtfertigt war, hat das Regulativkomitee die Zulassung der Verwendung von Aluminium und von anderen für Freileitungen geeigneten Leitungsmaterialien beschlossen und den 5. Anhang sinngemäß abgeändert*).

Die Beschaffung der für die Herstellung der dielektrischen Schichten der Bleikabel notwendigen Materialien begegnete bereits Anfangs 1917 großen Schwierigkeiten, wodurch für die Fabrikation vielfach minderwertige Ersatzstoffe verwendet werden mußten. Dieser Umstand veranlaßte die Kabelfabriken zur Beantragung der Herabsetzung der in den „Sicherheitsvorschriften" enthaltenen Bestimmungen über die Spannungs- und Isolationsprobe für Bleikabel. Das Regulativkomitee hat diesem Antrage durch Beschlußfassung eines Anhanges zu den Sicherheitsvorschriften betreffend „Kriegsbleikabel und deren Spannungs- und Isolationsprobe" Folge gegeben; in diesem Anhange sind die für die Dauer des Krieges und eine angemessene Zeit nachher geltenden Vorschriften für Bleikabel mit verminderten elektrischen Eigenschaften, sogenannte Kriegsbleikabel, festgesetzt**).

Weiters hat das Regulativkomitee einen Anhang der Sicherheitsvorschriften betreffend die Wahl geringerer Querschnitte bei blank geführten Freileitungen bezw. die Erhöhung der zulässigen feuersicheren Stromstärke bei blanken Freileitungen beschlossen***). Die Anregung zur Erhöhung der festgesetzten Strombelastungen für blanke Freileitungen wurde von der Elektrotechnischen Kommission des k. k. Handelsministeriums gegeben; das Regulativkomitee hat eine Erhöhung der Strombelastungen auf das 1·5fache der bisherigen Werte zulässig erklärt. Außerdem wurde die Bemessung für die über dem Freileitungsgestänge geführten Erdleitungsdrähte, die sogenannten Blitzschutzdrähte, herabgesetzt.

Das k. u. k. Kriegsministerium hat dem Vereine bekanntgegeben, daß es infolge des großen Mangels an Rohgummi nicht möglich sei, die von der Privatindustrie und von den Elektrizitätswerken verlangte Menge von Gummihandschuhen zuzuweisen und regte einen den derzeitigen Verhältnissen — welche sich ja in absehbarer Zeit kaum zum Besseren wenden dürften — angepaßte Abänderung der im II. Teil der „Sicherheitsvorschriften" enthaltenen Bestimmungen über die Verwendung von Gummihandschuhen bei elektrischen Starkstromanlagen an. Das Regulativkomitee hat die Zulässigkeit einer Einschränkung in der Verwendung von Gummihandschuhen eingehender Beratung unterzogen und ist zum Beschlusse gekommen, daß eine solche Einschränkung in weitgehendem Maße möglich und zulässig ist. Die bezüglichen Abänderungs- und Ergänzungsvorschriften wurden im 9. Anhange zu den Sicherheitsvorschriften niedergelegt†).

Außerdem hat das Regulativkomitee eine Abänderung des im Jahre 1915 herausgegebenen 4. Anhanges der Sicherheitsvorschriften betreffend die Verwendung von Kupfer minderer Leitfähigkeit und von Zink als Leitungsmaterial und die Anwendung von Leitungen mit Papier bezw. mit Regeneratgummi als Isoliermaterial durchgeführt. Diese Abänderung bezieht sich auf die in den §§ 57 B und 58 B dieses Anhanges enthaltenen Ausführungsvorschriften für isolierte Leitungen mit Isolation *PU* und *Pg*, und zwar wurde die Vorschreibung einer faserigen Umflechtung fallen gelassen††).

Anschließend sei mitgeteilt, daß der abgeänderte 5. Anhang (Bestimmungen für Freileitungen), der 7. Anhang (Kriegsbleikabel und deren Spannungs- und Isolationsprobe) und der 8. Anhang (Wahl geringerer Querschnitte bei blank geführten Freileitungen bezw. die Erhöhung der zulässigen feuersicheren Stromstärken bei solchen Freileitungen) behördlich anerkannt worden sind†††); um die behördliche Anerkennung des 9. Anhanges und die vorangeführte Abänderung des 4. Anhanges wurde angesucht.

Von einem aus den Herren Hofrat Hochenegg und Zivilingenieur Perl bestehenden Redaktionskomitee wurde ein Auszug aus den „Sicherheitsvorschriften" verfaßt, welcher die auf Betriebsstätten für Hochspannungsanlagen bezüglichen Vorschriften enthält; dieser Auszug wurde auch in

*) E. u. M. 1917, Seiten 65, 429. — **) E. u. M. 1917, Seite 404. — ***) E. u. M. 1917, Seite 440. — †) E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 24. — ††) E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 23. — †††) E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 13.

Digitized by Google

Plakatformat herausgegeben, welcher zur Aushängung in Betriebsstätten im Sinne der geltenden Betriebsvorschriften bestimmt ist*).

Über die zu Beginn des Krieges eingerichtete Kriegsfürsorgestellenvermittlung für Elektrotechniker wurde im vorigjährigen Berichte ausgeführt, daß durch die lange Dauer des Krieges der Stand an technischen und kaufmännischen Beamten auch in der elektrotechnischen Industrie fortgesetzt vermindert wird und daher stellensuchende Bewerber nur in sehr geringer Anzahl in Vormerkung standen. Dies gilt begreiflicherweise in noch erhöhtem Maße für das abgelaufene Jahr; die Stellenvermittlung wird daher erst bei Eintritt der Übergangswirtschaft wieder in volle Aktion zu treten haben. Auch Unterstützungen wurden im Vorjahre selten beansprucht.

Das Komitee für technische Angelegenheiten (Obmann Herr Hofrat Prof. Ing. Schlenk) hatte im Berichtsjahre Gelegenheit zur Entfaltung einer intensiven Tätigkeit, sowohl hinsichtlich der Beratung und Ausarbeitung von Gutachten, wie auch hinsichtlich der Erledigung von Anfragen technischer Natur. Erwähnt sei das vom Vereine abgegebene Gutachten über einen Gesetzentwurf betreffend Dampfkessel, Dampfapparate, Druckbehälter und Kraftmaschinen. Der Verein hat in diesem Gutachten gegen die beabsichtigte Aufnahme von elektrischen Kraftmaschinen in den Geltungsbereich eines Dampfkesselgesetzes Stellung genommen. Das Komitee hat sich auch mit den Verhandlungsgegenständen der vom Bund österr. Industrieller veranstalteten Enquête über die Reform des Dampfkesselwesens beschäftigt. Weiters hat das Komitee die Vorberatungen bei einer Reihe technischer Angelegenheiten gepflogen, welche sodann im sachlichen Interesse einzelnen aus dem Schoße des technischen Komitees gebildeten Spezialkomitees abgetreten worden sind.

Das für die Normalisierung der Pauschalglühlampensockel und Fassungen seinerzeit eingesetzte Sonderkomitee (Obmann Herr Direktor Ing. Pick) hat dem Ausschusse die Wahl des Pauschalsystems Imme und Löbner zur Normalisierung beantragt. Der Ausschuß hat diesen Antrag angenommen. Die Veröffentlichung und Herausgabe der beschlossenen „Normalien für Pauschalglühlampen" ist im Vorjahre erfolgt. Die Aufstellung dieser Normalien wurde im Einvernehmen mit dem Verbande Deutscher Elektrotechniker und der Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke durchgeführt. Das Komitee wird über Anregung des Ausschusses eine Ergänzung der Normalien durch Festsetzung bestimmter Lichtstärken für die bei den einzelnen Lampensockeln zu verwendenden Glühlampen beraten; das Ergebnis wird der nächstjährigen Generalversammlung verlautbart werden**).

Eine Reihe von fachlichen Arbeiten, die zu Beginn des Krieges zurückgestellt worden sind, mußten auch weiter vertagt werden, da ein Abschluß aus fachtechnischen Gründen infolge der durch den Krieg bedingten geänderten Verhältnisse nicht tunlich erscheint.

Das vom Ministerpräsidenten Dr. v. Seidler in Aussicht gestellte Programm einer großzügigen Elektrizitätsversorgung Österreichs und die damit im Zusammenhange stehende gesetzliche Regelung der Elektrizitätswirtschaft ist im Vereinsausschusse Gegenstand eingehender Besprechungen und Beratungen. Es wurde ein eigenes Komitee eingesetzt, welches sich vor allem mit dem von der Regierung dem Abgeordnetenhause vorgelegten „Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft"***) zu beschäftigen hat; in weiterer Folge soll das Komitee alle mit der Durchführung der Elektrizitätsversorgung in Zusammenhang stehenden Fragen allgemeiner Natur behandeln.

Eine der Grundbedingungen für eine erfolgreiche Durchführung des Elektrizitätsversorgungsprogrammes ist die Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen für elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungszentralen. Durch diese Vereinheitlichung soll das Zusammenarbeiten benachbarter Elektrizitätswerke auf ein gemeinsames Netz bezw. der Zusammenschluß für gegenseitige Aushilfe bei Betriebsstörungen und für Belastungsausgleiche ermöglicht werden. Andererseits wird hiedurch eine einheitliche Gestaltung der Konsumenteneinrichtungen erreicht werden†). Der Vereinsausschuß hat für das Studium der vorliegenden Angelegenheit ein Spezialkomitee (Obmann Herr Hofrat Prof. Schlenk) eingesetzt, in welches auch das k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten einen Vertreter entsendet hat. Das Komitee hat nach eingehender Beratung Vereinheitlichungsvorschläge gemacht, welche vor kurzem in der Vereinszeitschrift veröffentlicht und zur Diskussion gestellt worden sind. Nach erfolgter neuerlicher Beratung der einlaufenden Anträge wird das Komitee endgültige Vereinheitlichungsvorschläge dem Ausschusse vorlegen, welche nach erfolgter Beschlußfassung veröffentlicht und auch dem k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten bekanntgegeben werden sollen.

Die Tätigkeit des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie, an der der Verein durch seine Delegierten fortgesetzt regen Anteil nimmt, ließ auch im abgelaufenen Berichtsjahre in ihrer Rührigkeit nicht nach. Sie galt unentwegt allen Fragen der Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, die in dem bekannten, vielbesprochenen Programme der Regierung einen frischen Ansporn erhielten. So wendete der Verband insbesondere den durch die Anforderungen der Übergangswirtschaft noch aktueller gewordene Zusammenfassung aller im Lande verfügbaren und ausbaufähigen Energiequellen sein nachhaltiges Augenmerk zu, um darauf zu dringen, daß die verzögernde staatliche Reservierungspolitik gebrochen und die Wasserkräfte, jeder ungerechtfertigten administrativen Fessel ledig, ihrer bestimmungsgemäßen Verwertung zugeführt werden. Wie sehr dies nötig war und als gebotene Richtschnur bleibt, beweist der dem Staatseisenbahnrate vom Eisenbahnministerium erstattete Bericht über die Elektrisierung der Vollbahnen und die Ausnutzung der Wasserkräfte, woran die berufenen Anwälte des Verbandes wirksamen Anteil gehabt haben*). Die Einbringung des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft, welche auch die Wasserwirtschaft mannigfach in ihre Kreise zieht, hat auch dem Wasserwirtschaftsverbande eine willkommene Quelle zu eingehenden Beratungen erschlossen, deren nächstliegendes Ergebnis sich in dem Anschlusse an die einschlägigen Studien des Vereines und zu gemeinsamer Mitarbeit bei der weiteren Behandlung dieses für die Vereinsinteressen hochwichtigen Operates kundgibt. Breiter Raum der Verbandstätigkeit blieb dem Problem des Talsperrenbaues eingeräumt und nicht geringeren tätigen Anteil nahm der Verband an allen Fragen zur Ausgestaltung der Wasserstraßen, die in der Donaukonferenz zu Budapest und auf dem Wasserstraßentage zu Wien die Interessenten aus allen Ländern der verbündeten Mittelmächte angezogen und zu beachtenswerten, vollwirtschaftlich bedeutsamen Zielpunkten sich verdichtet haben. Nicht vergessen sei schließlich die Mühe und Sorgfalt, die auf die Ausgestaltung und gehaltvolle Bereicherung des Verbandsorganes „Die Wasserwirtschaft" angewandt wurde.

Der „Deutsche Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine" — über dessen Gründung der vorjährigen Generalversammlung berichtet worden ist — hat beschlossen, eine selbständige österreichische Abteilung anzugliedern, zu welcher außer dem Elektrotechnischen Verein in Wien bisnun noch angehören der „Österreichische Verband des Vereines Deutscher Ingenieure" und der „Verein österreichischer Chemiker". Der Verband hat den Verein eingeladen, in den Vorstandsrat ein Mitglied auf Lebensdauer und ein Mitglied für eine sechsjährige Mandatsdauer namhaft zu machen; der Ausschuß hat Herrn Hofrat Prof. Ing. Karl Schlenk als lebenslängliches Mitglied und Herrn Direktor Ing. Ludwig Gebhard für das sechsjährige Mandat gewählt. Eine Betätigung des Vereines im Verbande — dessen Zweck es ist, dem technischen Wirken in noch erhöhtem Maße jene Stellung zu sichern, die ihm im modernen Wirtschaftsleben gebührt — hat begreiflicherweise bis nun noch nicht stattfinden können.

Der Mitgliederstand des Vereines hat im Jahre 1917 — trotzdem ein Nachwuchs an jungen Elektrotechnikern derzeit kaum besteht — eine erfreuliche Aufwärtsbewegung zu verzeichnen. Zu Beginn des Kalenderjahres 1917 zählte der Verein 1283 Mitglieder; im Kalenderjahre 1917 sind:

neu eingetreten 179 (i. V. 111) Mitglieder,
ausgetreten sind 42 (i. V. 24) Mitglieder,
gestorben sind 7 (i. V. 4) Mitglieder,
abgeschrieben wurden 13 (i. V. 96) Mitglieder.

Wir haben somit eine Zunahme von 179 (i. V. 111) und einen Abgang von 62 (i. V. 124) Mitgliedern.

Die tatsächliche Zunahme an Mitgliedern beträgt somit 117 (i. V. war eine Abnahme von 13) Mitglieder. Der Gesamtmitgliederstand betrug somit Ende 1917 1400 Mitglieder, einschließlich der 60 Mitglieder des Brünner Zweigvereines. Im Jahre 1918 bis zum heutigen Tage sind 47 neue Mitglieder eingetreten.

Das Vereinsorgan, die Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau" ist im abgelaufenen Jahre in demselben Umfang erschienen, wie im Jahre 1916. Die Schriftleitung war ausreichend mit Originalarbeiten versehen. Ihre Absicht, über die wichtigsten Arbeiten der ausländischen Zeitschriften-Literatur zu berichten, konnte sie aber mit Rücksicht auf das bestehende Verbot, Zeitschriften des feindlichen Auslandes zu beziehen, nur in geringem Maße erfüllen. Immerhin wäre eine Erweiterung des Umfanges der Zeitschrift möglich, wenn dem nicht die erhöhten Druckkosten und die besonders hohen Papierpreise hindernd im Wege stünden. Es sei hier bemerkt, daß derzeit die Papierkosten allein das sechs bis siebenfache der Friedenskosten betragen. Besonders empfindlich trifft die Zeitschrift der immer fühlbarer werdende Papiermangel. Trotz eifriger Bemühungen ist es bis heute nicht gelungen, den Papierbedarf für das ganze Jahr 1918 zu decken, so daß es vielleicht notwendig sein wird, die Zeitschrift vierzehntägig erscheinen zu lassen, um auf diese Weise den geringen Vorrat an Papier strecken zu können. Das Anzeigengeschäft der Zeitschrift wies im abgelaufenen Jahre eine Besserung gegenüber dem Jahre 1916 auf. Der Umsatz in Anzeigen

*) E. u. M. 1918, Heft 13, Seite 160. — **) E. u. M. 1917, Seite 446, 620. — ***) E. u. M. 1918, Heft 6. — †) E. u. M. 1917, Seite 561.

*) E. u. M. 1918, Heft 2, Seite 20.

Digitized by Google

ist allerdings noch weit davon entfernt die Höhe der Jahre 1912 und 1913 zu erreichen. Infolge der außerordentlichen Verteuerung in der Herstellung der Zeitschrift waren wir gezwungen, die Anzeigepreise zu erhöhen. Von anderen Druckerzeugnissen sei auf die verschiedenen Anhänge der „Sicherheitsvorschriften" hingewiesen, welche einen erfreulichen Absatz erreicht haben. Das Plakat betreffend „Hochspannungsvorschriften für Betriebsstätten" ist kürzlich erschienen.

Zu den neuen Agenden des Vereines gesellt sich seit zwei Jahren die Führung der Maschinenvermittlungsstelle des k. k. Handelsministeriums. Im abgelaufenen Jahre ist es gelungen, den Umsatz an vermittelten Maschinen besonders zu steigern, so daß die Vermittlungsgebühr, obwohl sie nicht in allen Fällen entrichtet wird, hingereicht hat, die Kosten der Erhaltung des Bureaus zu decken."

Der Präsident dankt bei diesem Anlasse allen Mitgliedern des Ausschusses und des Komitees für die dem Vereine gewidmete Tätigkeit, im besonderem Herrn Hofrat Prof. Ing. Hochenegg als Obmann des Regulativkomitees und Herrn Hofrat Prof. Ing. Schlenk als Obmann des technischen Komitees und verschiedener Spezialkomitees.

Punkt 2 der Tagesordnung: Bericht des Kassaverwalters über den Gebarungsausweis und die Bilanz für 1917. Da der Kassaverwalter Herr Direktor Reich verhindert ist, der Generalversammlung beizuwohnen, wird vom Sekretär der folgende schriftliche Bericht verlesen:

„Sehr geehrte Herren! Ich habe Ihnen heute über ein wider Erwarten günstiges Ergebnis der Geldgebarung unseres Vereines pro 1917 zu berichten. Wie Sie aus den Ihnen vorliegenden Abschlüssen ersehen, erzielten wir gegenüber dem Voranschlage, welcher einen Abgang von K 12 000 voraussah, einen Vermögenszuwachs von K 18 065·77, so daß das Vereinsvermögen nunmehr K 67 611·60 beträgt. Bei den Einnahmen können wir eine erfreuliche Zunahme bei allen einzelnen Posten feststellen, insbesondere erwähne ich die Zunahme der Mitgliederbeiträge um K 3945·41, was angesichts der heutigen Verhältnisse wohl den besten Beweis dafür erbringt, welches Interesse dem Vereine seitens der Fachkreise entgegengebracht wird. Auch bei der Zeitschrift konnte durch vorsichtige Gebarung der in Aussicht genommene Ausfall in einen Überschuß von K 4 200·35 verwandelt werden. Bei den Ausgaben sind entsprechend den durch die Zeitverhältnisse bedingten Teuerungszulagen für die Beamten die Gehalte und Bureauspesen um einen bedeutenden Betrag gestiegen. Die Vereinsleitung fühlte die Verpflichtung, die Lage der Beamten im Rahmen der finanziellen Kräfte des Vereines entsprechend zu heben.

Der Verein hat sich an der VI. Kriegsanleihe durch Zeichnung von K 15 000 beteiligt und hiedurch den Stand der Effekten nunmehr auf K 63 304·50 erhöht. Die Bewertung der Effekten ist zu den offiziellen Kursen der Wiener Börse per 31. Dezember 1917 vorgenommen worden. Im heurigen Jahre haben wir weitere Kronen 15 000 bei der VII. Kriegsanleihe gezeichnet. Mit den früheren Zeichnungen zusammen beträgt daher die Beteiligung des Vereines nunmehr K 55 000 Nom. Bezüglich des Voranschlages für das Jahr 1918 wäre nur hervorzuheben, daß durch die inzwischen eingetretene wesentliche Verteuerung aller Herstellungskosten der Zeitschrift die Wahrscheinlichkeit ins Auge gefaßt werden muß, daß wir mit einem Gebarungsausfall bei der Zeitschrift abschließen werden, währenddem wir ein Erträgnis aus der Maschinenvermittlungsstelle nicht mit Gewißheit in Aussicht nehmen können. Demzufolge müssen wir mit der Möglichkeit rechnen, daß das Jahr 1918 mit einem Vermögensabgang abschließt, welcher angesichts der gekräftigten Vermögensverhältnisse des Vereines wohl nicht von Bedeutung sein wird. Es obliegt mir noch die Pflicht, denjenigen Stellen den Dank abzustatten, die dem Vereine Beiträge zugewendet haben. Es sind dies: die Gemeinde Wien — Städtische Elektrizitätswerke, die Vereinigung österr. und ungar. Elektrizitätswerke und die Metallzentrale A.-G. Wien. Ferner sei der Dank und die Anerkennung der Vereinsleitung auch an dieser Stelle dem Geschäftsführer, Herrn Ing. Seidener, sowie sämtlichen Beamten des Vereines für die sorgfältige Geschäftsführung und die aufopfernde Tätigkeit ausgesprochen".

Da zu dem Berichte niemand das Wort verlangt, wird zu Punkt 3 der Tagesordnung: Bericht der Revisoren übergegangen; Herr Direktor Ing. Pick verliest folgenden Revisionsbefund vom 13. März 1918: „Wir unterzeichneten Revisoren haben die Bücher und Rechnungen eingehend geprüft und uns durch vielfache Stichproben von der richtigen Buchführung volle Überzeugung verschafft. Wir bestätigen auch, daß uns der Nachweis über den per 31. Dezember 1917 vorhanden gewesenen Effektenbestand erbracht wurde. Wir beantragen daher der Generalversammlung, dem Ausschuß das Absolutorium zu erteilen und dem Herrn Kassaverwalter für seine Bemühungen den wärmsten Dank auszudrücken."

Das Revisionskomitee:

Emil Honigmann m. p. Ing. Ed. Pick m. p.

Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

Zu Punkt 5: Wahl eines Vizepräsidenten, Punkt 6: Wahl von acht Ausschußmitgliedern und Punkt 7: Wahl der Rechnungsrevisoren und Ersatzmänner erstattet Herr Kremenezky als Obmann des Wahlkomitees folgenden Bericht:

„Ich beehre mich über die heute vorzunehmenden Wahlen folgendes zu berichten: Nach den Statuten sind mit Ende des Vereinsjahres 1917 die Mandate der nachfolgenden Vereinsfunktionäre abgelaufen, und zwar 1. Das Mandat des Herrn Direktor Ing. Kallir als Vizepräsident des Vereines, 2. Die Mandate der Herren: Direktionsrat Ing. Beron, Ing. Bonwitt, Direktor Ing. Hoor, Sektionschef Dr. v. Krasny, Fabrikant Kremenezky, Hofrat Ing. Nowotny, Prof. Dr. Reithoffer und Baurat Dr. Zelisko. Weiters sind die Mandate der Mitglieder des Revisionskomitees, der Herren Direktor Ellenbogen, Direktor Ing. Pick, Direktor Techen sowie die Ersatzmänner Ing. Honigmann, Prokurist Kallir und Prokurist Swoboda abgelaufen. Es sind somit zu wählen: ein Vizepräsident, acht Ausschußmitglieder sowie die Mitglieder und Ersatzmänner des Revisionskomitees. Das Wahlkomitee schlägt vor: Herrn Direktionsrat Ing. Beron zum Vizepräsidenten des Vereines und die Herren: Direktor Ing. Hans Altmann, Direktor Ing. Heinrich Bäuml, Ing. Franz Bodensteiner, Direktor Dr. Emil Kolben, Ministerialrat Ing. Otto Kunze, Generaldirektor Dr. Anton Lederer, Baurat Ing. Ernst Felix Petritsch, Hofrat Prof. Dr. Johann Sahulka, zu Mitgliedern des Vereinsausschusses zu wählen, Weiters beantragt das Wahlkomitee die Herren: Ing. Wilhelm Bonwitt, Ing. Emil Honigmann, Prokurist Gustav Swoboda zu Mitgliedern des Revisionskomitees und die Herren: Direktor Siegfried Ellenbogen, Direktor Ing. Eduard Pick, Direktor Wilhelm Techen zu Ersatzmännern des Revisionskomitees zu wählen.

Die Stimmzettel für die durchzuführenden Wahlen wurden den Herren bei dem Eintritt in den Saal überreicht. Ich bemerke noch, daß die Wahlen des Vizepräsidenten und der Ausschußmitglieder nach den Vereinsstatuten mit Stimmzettel erfolgen müssen. Bezüglich der Mitglieder und Ersatzmänner des Revisionskomitees erlaube ich mir im Interesse einer Abkürzung des Wahlverfahrens vorzuschlagen, diese Wahlen durch Zuruf vorzunehmen. Das Wahlkomitee bittet Sie durch mich um die Zustimmung zu den bekanntgegebenen Anträgen."

Der Präsident dankt Herrn Kremenezky für die Erstattung des Berichtes; die Generalversammlung wählt sodann die oben vorgeschlagenen Mitglieder und Ersatzmänner des Revisionskomitees durch Zuruf.

Der Vorsitzende unterbricht sodann die Versammlung für die Abgabe und Auszählung der Stimmzettel für die Wahlen in den Vereinsausschuß und ersucht die Herren Skrutatoren ihres Amtes zu walten.

Nach Wiederaufnahme der Versammlung verkündet der Präsident das Ergebnis der Wahlen; die Vorschläge des Wahlkomitees sind einstimmig angenommen. Der neugewählte Vizepräsident Herr Direktionsrat Ing. Beron dankt für seine Wahl mit folgenden Worten:

„Sehr geehrte Herren! Ich gestatte mir bestens für die Ehre und das Vertrauen, das Sie mir durch die Wahl zum zweiten Vizepräsidenten erwiesen haben, zu danken und erkläre mich gerne bereit, die Wahl anzunehmen. Ich bitte, versichert zu sein, daß ich nach wie vor mein bestes Wissen und Können dem Vereine zur Verfügung stellen und das Meinige zum Blühen und Gedeihen des Elektrotechnischen Vereines beitragen werde".

Die Generalversammlung beschließt sodann den Ausdruck des Dankes an den abtretenden Vizepräsidenten, Herrn Direktor Ing. Kallir, und an die abtretenden Mitglieder des Ausschusses.

Zu Punkt 8 der Tagesordnung: Etwaige Anträge liegt nichts vor.

Der Präsident dankt zum Schlusse dem Sekretär Herrn Staatsbahnrat Ing. Marx, dem Chefredakteur Herrn Ing. Seidener und dem Redakteur Herrn Baurat Ing. Grünhut für ihre Mitarbeit und den Angestellten des Vereinsbureaus für ihre Tätigkeit und schließt die XXXVI. ordentliche Generalversammlung.

Wien, den 28. März 1918.

Der Präsident:

Ing. H. v. Sääf m. p.

Der Sekretär: *Ing. A. Marx* m. p.

Der Geschäftsführer: *Ing. J. Seidener* m. p.

Die Verifikatoren:

Ing. F. Bach m. p. *Ing. E. Doctor* m. p.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
28. April 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 17.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Magnetisierung des Dreiphasentransformators. Von Dr. Arthur Mandl (Schluß) 197

Rundschau 202
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 203

Personalnachrichten 204
Vereinsnachrichten 204

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Magnetisierung des Dreiphasentransformators.

Von Dr. **Arthur Mandl**, Wien.

(Schluß von Heft 16, Seite 189.)

5. Berücksichtigung des ungesättigten Joches. Die drei Gleichungen 5) lauten jetzt:

$$f(B_a)\,l_s - f(B_b)\,l_s + 2\,l_\gamma \frac{K_{ab}}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}\,.\,0{\cdot}8 = AW_a - AW_b \quad 5').$$

Darin bedeuten l_γ und q_γ Länge und Querschnitt eines Joches, μ_γ dessen Permeabilität. Aus den Gleichungen 4), die unverändert bestehen bleiben, berechnet sich $f(B_a)\,l_s - f(B_b)\,l_s = AW_a - AW_b - (f_a - f_b)\,.\,M$. Dieses in 5') eingesetzt ergibt

$$\left.\begin{aligned} (f_a - f_b)\,M &= 2\,l_\gamma \frac{K_{ab}}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}\,.\,0{\cdot}8 \\ \text{oder kürzer } (f_a - f_b) &\text{ proportional } K_{ab} \\ " \quad " \quad (f_b - f_c) &\quad " \quad K_{bc} \\ " \quad " \quad (f_c - f_a) &\quad " \quad K_{ca} \end{aligned}\right\} \quad 10).$$

Von den drei Luftfeldern f_a, f_b, f_c sind jetzt nur die 3-, 9- usw. fachen Harmonischen einander gleich. Für die erste, fünfte Harmonische gilt Gleichung 10). Nach Gleichung 5') muß $K_{ab} + K_{bc} + K_{ca} = 0$ sein, das heißt K_{ab} (K_{bc}, K_{ca}) kann tatsächlich nur die 1-, 5- usw. fache Periodenzahl enthalten. Die Komponenten von der 1-, 5- usw. fachen Periodenzahl der drei Luftfelder sind somit zeitlich und räumlich um 120° gegeneinander versetzt und erzeugen in der Nähe des Transformators ein Luftstreufeld. Die Sternpunktschwingung entsteht wieder ausschließlich durch die Komponenten der drei Luftfelder, welche von der 3-, 9- usw. fachen Periodenzahl und nach Größe und Phase einander gleich sind.

Wenn wir den Luftspalt zwischen Joch und Schenkel berücksichtigen, so entsteht auch ein Luftstreufeld in Phase mit dem Schenkelkraftfluß. Je größer dieser Luftspalt ist, desto weniger homogen wird das Schenkelgrundfeld. Außerdem bewirkt der Luftspalt, daß die Grundharmonische des Magnetisierungsstromes anwächst.

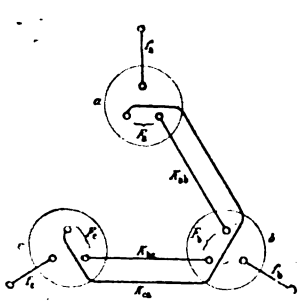


Abb. 10.

6. Der unsymmetrische Transformator mit ungesättigtem Joch. Abb. 10 zeigt die Kraftflußverteilung; es ist also gegenüber Abb. 3, die für den symmetrischen Transformator gilt, das dritte Joch weggelassen worden. Die drei Gleichungen 5) lauten jetzt:

$$\left.\begin{aligned} f(B_a)\,l_s - f(B_b)\,l_s + 2\,l_\gamma\left\{B_a{}^0\frac{q_s}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}0{\cdot}8\right\} &= \\ = AW_a - AW_b & \\ f(B_b)\,l_s - f(B_c)\,l_s - 2\,l_\gamma\left\{B_c{}^0\frac{q_s}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}0{\cdot}8\right\} &= \\ = AW_b - AW_c & \\ f(B_c)\,l_s - f(B_a)\,l_s + 2\,l_\gamma\left\{B_c{}^0\frac{q_s}{q_\gamma}\,.\,\frac{1}{\mu_\gamma}\,.\,0{\cdot}8 - \right. & \\ \left. - B_a{}^0\frac{q_s}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}0{\cdot}8\right\} = AW_c - AW_a & \end{aligned}\right\} \quad 5'').$$

Darin bedeuten $B_a{}^0$, $B_b{}^0$, $B_c{}^0$ den Anteil der totalen Schenkelinduktion B_a bezw. B_b, B_c, soweit er von den Kraftflüssen herrührt, die über die Joche zu- bezw. abfließen, das heißt $B_a{}^0 = \frac{F_a}{q_s}$, wogegen $B_a = \frac{F_a + f_a}{q_s}$.

Die drei Gleichungen 4) müssen wieder bestehen bleiben, es ist also

$$f(B_a)\,l_s - f(B_b)\,l_s = AW_a - AW_b - (f_a - f_b)\,M$$

und damit wird aus 5'')

$$\left.\begin{aligned} (f_a - f_b)\,M &= 2\,l_\gamma\frac{q_s}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}\,.\,0{\cdot}8\,B_a{}^0 \\ \text{oder kürzer} & \\ f_a - f_b &= k\,F_a, \text{ wobei } k = \frac{2\,l_\gamma}{q_\gamma}\frac{1}{\mu_\gamma}0{\cdot}8\frac{1}{M} \\ f_b - f_c &= -k\,F_c \\ f_c - f_a &= k\,(F_c - F_a) \end{aligned}\right\} \quad 11).$$

Mit Vernachlässigung der Streuung und des Ohmschen Abfalles gilt wieder

$$E_a = W\,q_s\frac{d\,B_a}{d\,t}10^{-8} + S = W\,.\,\frac{d\,F_a}{d\,t}10^{-8} + W\,.\,\frac{d\,f_a}{d\,t}10^{-8} + S.$$

Aus diesen drei Gleichungen folgt zunächst, daß S nur die dritte und neunte Harmonische enthalten kann.*) Und zwar ergibt sich wieder durch Addition

$$0 = W\,.\,10^{-8}\frac{d}{d\,t}(f_a + f_b + f_c) + 3\,S.$$

Da die Luftfelder nach Gleichung 11) noch andere Harmonische enthalten, so muß für diese gelten (zum Beispiel für die erste, die Grundwelle) $f_a{}^1 + f_b{}^1 + f_c{}^1 = 0$.

*) Falls die Induktionen B_a, B_b, B_c zeitlich einen kongruenten Verlauf haben und durch Verschiebung auf der Zeitlinie um 120° (entsprechend der Grundwelle) miteinander zur Deckung gebracht werden können. Diese Annahme kann hier ruhig gemacht werden, was auch der Versuch bestätigt. Für den ersten Moment erscheint es unmöglich, daß der Sternpunkt auch Schwingungen von der Grundperiodenzahl ausführen kann. Von dieser Möglichkeit überzeugt man sich jedoch leicht, wenn man sich drei verschieden große Ohmsche Widerstände, im Stern geschaltet, an ein vollkommen symmetrisches sinusförmiges Dreiphasennetz angeschlossen denkt.

Digitized by Google

Setzen wir allgemein

$$F_a = F_a^1 + F_a^3 + F_a^5 + \ldots,$$
$$f_a = f_a^1 + f_a^3 + f_a^5 + \ldots,$$

wobei der hochgestellte Index wieder den Grad der Harmonischen charakterisiert, so wird aus unserer Spannungsgleichung

$$\left.\begin{aligned} E_a = W \cdot 10^{-8} \frac{d F_a^1}{d t} + W \cdot 10^{-8} \frac{d F_a^3}{d t} + \\ + W\,10^{-8} \frac{d F_a^5}{d t} + \ldots + W \cdot 10^{-8} \cdot \frac{d f_a^1}{d t} + \\ + W\,10^{-8} \frac{d f_a^3}{d t} + W\,10^{-8} \frac{d f_a^5}{d t} + \ldots + S \end{aligned}\right\} \quad 12),$$

wobei sein muß

$$F_a^1 + F_b^1 + F_c^1 = 0,$$
$$F_a^3 + F_b^3 + F_c^3 = 0,$$
$$F_a^5 + F_b^5 + F_c^5 = 0,$$

da dies Felder sind, die über die Joche zu- bezw. abfließen.

Ferner ist nach unserer Annahme

$f_a^1 + f_b^1 + f_c^1 = 0$ und $F_a^3 + f_a^3 = F_b^3 + f_b^3 = F_c^3 + f_c^3$

$f_a^5 + f_b^5 + f_c^5 = 0$.

Die Felder $F_a^1 + f_a^1$, $F_b^1 + f_b^1$, $F_c^1 + f_c^1$ müssen nach Gleichung 12) einander gleich und genau um 120° phasenverschoben sein; es muß ferner sein $F_a^5 + f_a^5 = 0$ usw. Es sind also wieder für jeden der drei Schenkel die Felder der dritten Periodenzahl einander gleich. Nur wird sich infolge der Unsymmetrie ein Teil (F_a^3, F_b^3, F_c^3 entsprechend) ganz im Eisen schließen. Ist die im großen und ganzen sinusförmig verlaufende Jochinduktion so groß, daß auch für sie schon ein zu berücksichtigendes AW-Gefälle der dritten Periodenzahl in Betracht kommt, so wird dieser Anteil, der sich über die Joche schließt, größer. Die Kraftlinienverkettungszahlen der dritten Harmonischen müssen natürlich nach wie vor einander gleich sein. Man kann sich für die dritte, dem Netz fremde Periodenzahl die drei Ausführungen des Transformators kurzgeschlossen denken (bei Vernachlässigung des Spannungsabfalles) und sieht dann sofort, daß die drei parallelgeschalteten Phasen gleiche Kraftflüsse in den drei Schenkeln erzwingen werden. Im zufließenden Magnetisierungsstrom wird dann eine Komponente dritter Periodenzahl als Ausgleichstrom enthalten sein, die selbstverständlich der Bedingung genügen muß $J_a^3 + J_b^3 + J_c^3 = 0$.

Bei dem hier untersuchten Transformator überwiegt weitaus das AW-Gefälle in den stark gesättigten Schenkeln. Die Unsymmetrie spielt daher, wie wir noch sehen werden, keine Rolle. Hingegen kann man bei Transformatoren alter Bauart mit gleichem Schenkel- und Jochquerschnitt oft trotz der schwachen Sättigung sehr verschiedene Formen des Leerlaufstromes in den Phasen beobachten. So zeigt zum Beispiel Abb. 11 den Leerlaufstrom eines solchen alten 60 KVA-Transformators bei normaler Sättigung 9550 Linien und bei 15000 Linien. Generator und Transformator waren durch eine kurze Leitung miteinander verbunden. (Es stand leider für die beiden Aufnahmen nicht derselbe Generator zur Verfügung.) Der Ausgleichstrom der dritten Frequenz, der über die beiden äußeren Schenkeln zufließt und über den mittleren Schenkel abfließt, ist deutlich in den beiden Oszillogrammen erkennbar. Bei einer Induktion von 15000 Linien sieht man auch an der Spannung zwischen den Sternpunkten die vorhandene Schwingung der Grundperiodenzahl.

Für die Grundharmonischen des Luftfeldes gilt Gleichung 11); sie werden stark überdeckt vom Streufeld des Stromes. Dieses Streufeld der Grundperiodenzahl (beim untersuchten Transformator ausschließlich das der Wicklung) kann bei Messung des Leerlaufverlustes störend wirken, indem es in den Spannungsspulen des Wattmeters zusätzliche Spannungen induziert. Dieser Meßfehler tritt bei großen Transformatoren auf, bei denen man ohne Kasten mit einer Probewicklung die Leerlaufverluste mißt. Gerade bei großen Transformatoren ist die Differenz der Ausschläge bei der Zweiwattmetermethode aus bekannten Gründen klein im Verhältnis zu den Ausschlägen selbst. Diesen Fehler konstatiert man jedoch leicht, wenn man die Wattmeter verdreht und dabei eine Änderung der Ausschläge beobachtet.

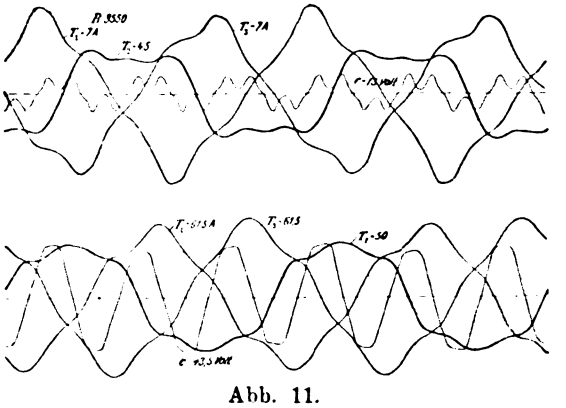


Abb. 11.

Die drei Magnetisierungsströme berechnen sich aus Gleichung 4) und sind jetzt, da die Felder f_a, f_b, f_c nach 11) nicht mehr einander gleich sind, voneinander verschieden. Da wir B_a, B_b, B_c als kongruent und zeitlich um 120° verschoben angenommen haben, so kann der Unterschied in den AW nach Gleichung 4) nur durch das Glied $f_a M$ bedingt sein. Und auch von diesem Gliede kommt, wenn wir annäherungsweise $F_a = F_a^1$ setzen, nur der nach 11) zu berechnende Anteil der Grundharmonischen in Betracht. Wir können die Gleichungen 4) daher auch schreiben

$$\left.\begin{aligned} AW_a &= A_a + f_a^1 M \\ AW_b &= A_b + f_b^1 M \\ AW_c &= A_c + f_c^1 M \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 13)$$

wobei A_a, A_b, A_c Ausdrücke sind, die durch eine zeitliche Verschiebung um 120° (wenn man statt $\omega t \ldots$ $\omega t + 120^0$ setzt) ineinander übergehen.

Wenn der Luftspalt zwischen Schenkel und Joch, berücksichtigt wird, so vergrößert sich in gleicher Weise die Grundwelle des Magnetisierungsstromes in allen drei Phasen. Ebenso tritt dann wieder, wie bereits erwähnt, ein Luftstreufeld in Phase mit dem Schenkelkraftfluß auf. Bei den hier betrachteten hohen Sättigungen spielt das AW-Gefälle für den Luftspalt schon bei Transformatoren mittlerer Größe keine besondere Rolle.

7. Es sei noch kurz ein Fall gestreift, der ein Gegenstück zu dem in 3. erwähnten Paradoxon bildet. Dort hatten wir zu erklären, wieso bei einem vollkommen symmetrischen Transformator mit Jochen von unendlich kleinem magnetischen Widerstand zwischen den Schenkelendflächen kein magnetisches Streufeld der

Digitized by Google

Grundperiodenzahl in die Luft hinaustritt, obwohl zwischen ihnen das ganze AW-Gefälle aufgebracht wird. Wir denken uns jetzt einen einphasigen Transformator nach Abb. 12, bei dem der ganze magnetische Widerstand im Schenkel a—b sitzt; der übrige magnetische Kreis habe so großen Querschnitt, daß das AW-Gefälle in ihm Null sei. Eine solche Unsymmetrie, nur nicht in diesem Grade, tritt bei dem erwähnten alten Transformator mit stark gesättigten Jochen auf. Streut dieser magnetische Kreis? Man ist versucht, diese Frage im ersten Moment mit Nein zu beantworten. Es ist zunächst kein Grund einzusehen, warum zwischen a und b Streulinien in die Luft übertreten sollen, da ihnen der ganz widerstandslose Weg über den anderen Schenkel c zur Verfügung steht. Diese Betrachtungsweise ist jedoch falsch. Die Beantwortung der hier gestellten Frage hängt davon ab, wie der Transformator magnetisiert wird. Wenn die Magnetisierungswicklung gleichmäßig verteilt auf dem das AW-Gefälle allein verbrauchenden Schenkel angebracht wird, so tritt kein Streufeld in die Luft hinaus. Das von den AW erzeugte magnetische Gefälle wird von cm zu cm auf dem Wege a—b, sowie es aufgebracht wird, vollständig verbraucht. Die Punkte a—b haben gleiches magnetisches Potential, was möglich ist, weil auf dem Rückwege über c kein Gefälle verbraucht wird. Wird die Wicklung hingegen auf den Schenkel c gegeben, so herrscht zwischen a und b das volle magnetische Gefälle, es entsteht ein Luftstreufeld. Der hier besprochene physikalische Denkfehler, der zu den falschen Schlüssen führte, entsteht dadurch, daß man bei magnetischen Feldern, die von Strömen herrühren, von einem magnetischen Potential eigentlich gar nicht sprechen darf, denn sonst müßte ja das Integral der magnetischen Feldstärke zwischen zwei beliebigen Punkten des Feldes ganz unabhängig vom Integrationsweg, oder anders gesprochen, über jede geschlossene Kurve Null sein. Das ist nun nicht der Fall bei allen jenen Integrationswegen, die mit dem Strom verkettet sind. Man kann hier nach dem Vorgang von Cohn*) den Begriff des magnetischen Potentials aufrecht erhalten, muß sich jedoch klar darüber sein, daß diese Funktion in jedem Punkte des Feldes unendlich viele Werte haben kann, die sie dadurch erhält, daß man, von diesem Punkte ausgehend, die stromtreibenden AW beliebig oft umkreisen kann.

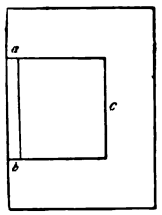


Abb. 12.

8. Es wurde für die Versuche einer von den in Abschnitt 4. benutzten drei Transformatoren verwendet. Zunächst wurde der magnetische Widerstand des Luftfeldes pro Schenkel M gemessen. Dazu wurde die Hv-Wicklung der drei Schenkel parallelgeschaltet und an eine 50 periodige Stromquelle angeschlossen. Die Drosselspannung ergab sich ziemlich genau als lineare Funktion des Stromes, und zwar bei $J = 66$ A mit $e = 480$ V.

Nun ist $e = 4{\cdot}44 \,.\, 50 \,.\, 280 \,.\, 207 \,.\, B \,.\, 10^{-8}$; daraus $B = 3730$ Linien im Schenkeleisen und

$$\Phi = 207 \times 3730 = 1{\cdot}414 \times \left(280 \times \frac{66}{3}\right) \cdot \frac{1}{M}$$

und der magnetische Widerstand pro Schenkel M berechnet sich zu $M = 0{\cdot}0113$, wobei daran erinnert sei, daß wir in Abschnitt 2. definiert haben:

$$M = \frac{10}{4\pi} \frac{l_i}{Q_i \,.\, \mu} = \frac{\text{AW}}{\Phi}.$$

*) Siehe Cohn: Das elektromagnetische Feld, Seite 240.

Für die Messung im Kasten ergeben sich bei dieser und bei ähnlichen Typen um 10 bis 20% kleinere Werte. Diese Transformatoren haben Wellblechkasten mit 1 mm Wellblechstärke, 50 mm Wellentiefe, 1800 mm Wellblechhöhe; die Länge der gestreckten Wellen, am Umfang gemessen, beträgt 15 m, das Wellblechgewicht 211 kg.

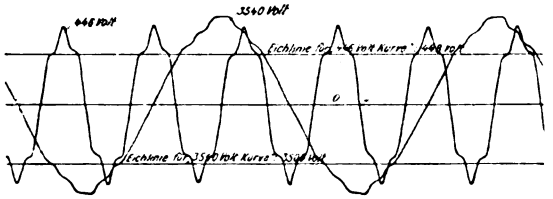


Abb. 13.

Abb. 13 zeigt die oszillographisch aufgenommene Spannung zwischen den Sternpunkten, Generator und Transformator. Der Effektivwert dieser Spannung ist außerdem voltmetrisch abhängig von der Klemmenspannung aufgenommen worden. Von diesem Wert der Sternpunktspannung ist der von der Sternpunktschwankung des Generators herrührende Anteil abzuziehen. Aus dem verbleibenden Rest kann dann leicht die Induktion B_3 des Feldes der dritten Periodenzahl im Schenkeleisen berechnet und als Funktion der aus der Klemmenspannung zu bestimmenden Induktion des Feldes der Grundperiodenzahl dargestellt werden. (Siehe Abb. 14.)

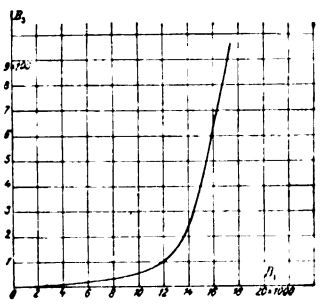


Abb. 14.

Es ergibt sich zum Beispiel bei einer Induktion der Grundperiodenzahl von 13600 Linien $B_3 = 190$, Φ pro Schenkel $= 207 \times 190$ und

$$\text{AW}_{3\,\text{effektiv}} = \frac{\Phi M}{\sqrt{2}} = \frac{207 \,.\, 0{\cdot}0113}{\sqrt{2}} \times$$

$$\times B_3 = 1{\cdot}65 \,.\, 190 = 314,$$

bei 15000 Linien $B_3 = 396$, Φ pro Schenkel $= 207 \times 396$ und

$$\text{AW}_{3\,\text{effektiv}} = \frac{\Phi M}{\sqrt{2}} = \frac{207 \,.\, 0{\cdot}0113}{\sqrt{2}} \times B_3 = 1{\cdot}65 \,.\, 396 = 655.$$

Diese AW wurden nach Abb. 1 bezw. Abschnitt 1 gemessen mit 370 bezw. 770. Daß diese Werte größer sind, kann nach der Art des Versuches Abb. 1 nicht wundernehmen. Bei der einphasigen Magnetisierung des mittleren Schenkels wurden ja, wie dort erwähnt, die äußeren Joche und Schenkel mit den entsprechenden Induktionen mitgemessen. Dieser Fehler wird allerdings dadurch etwas abgeschwächt, daß bei der dreiphasigen Magnetisierung ja die Joche auch freie AW von der dritten Frequenz auslösen. Dagegen ist aber zu bedenken, daß der Wert M, der magnetische Widerstand pro Schenkel, bei der Messung der Drosselspannung zu klein ermittelt wurde, da Kraftlinien mitgemessen wurden, die ganz in der Luft verlaufen. Da bei der dreiphasigen Magnetisierung der Strom in unserem Falle die dritte Harmonische gar nicht enthält, so kann es keine einzige Kraftlinie dieser Periodenzahl geben, die ganz in der Luft verläuft, es muß jede ihren Weg durchs Eisen nehmen.

Den Leerlaufstrom des Transformators ohne und mit Sternpunktrückleitung bei einer Schenkelinduktion

Digitized by Google

von 16000 bezw. 16080 Linien zeigen Abb. 15a und b. Oszillogramm *a* ohne Sternpunktrückleitung liefert bei der Fourierschen Zerlegung keine dritte Harmonische. Bei Oszillogramm *b* mit Sternpunktrückleitung entfällt, wie bereits erwähnt, die stark ausgeprägte dritte Harmonische zum Teil auf die entsprechende Komponente in der Phasenspannung der Stromquelle. Die Magnetisierungsströme der drei Schenkel ergeben sich im Falle a, sowohl oszillographisch als auch voltmetrisch gemessen, gleich groß. Der Wert k nach Gleichung 11) beträgt mit μ_i = zirka 1000, entsprechend $B_j = 11000$, $k = \frac{1}{50000}$. Damit werden die Grundharmonischen der Luftfelder f_a, f_b und f_c vernachlässigbar klein und die AW der drei Schenkel nach Gleichung 13) gleich groß.

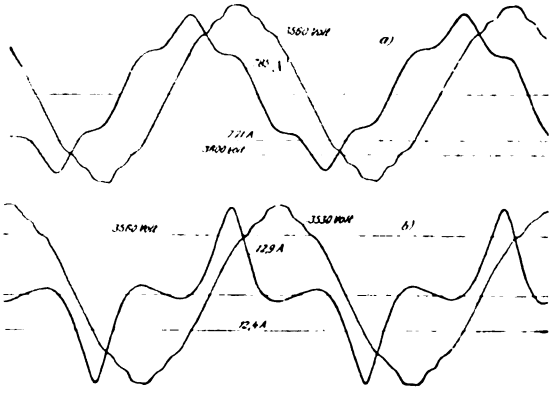


Abb. 15.

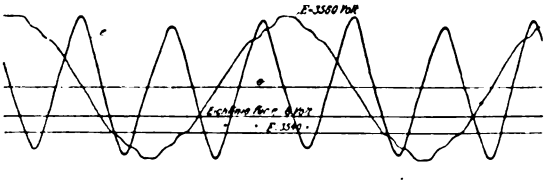


Abb. 16.

Abb. 16 zeigt die Spannung in einer rechteckigen Prüfspule 300 × 360 mm lichte Weite, 30 mm radiale, 40 mm achsiale Spulenbreite mit 200 Zinkwindungen, 2 mm Durchmesser, Widerstand 5·7 Ω. Die Lage der Spule zum Transformator erhellt aus dem Grundriß Abb. 17. Das Spulenmittel war ungefähr in der Mitte der Schenkelhöhe. Aus der induzierten Spannung berechnet sich eine mittlere Luftfeldstärke in der Spulenfläche senkrecht zur Spulenebene der dritten Frequenz von zirka 7·4 Linien (Höchstwert), der Grundfrequenz von zirka 1·75 Linien (Höchstwert). Das Grundfeld rührt, wie bereits erwähnt, ausschließlich vom Streufeld der Wicklung her. Die induzierte Spannung der dritten Frequenz ändert fast gar nicht ihre Gestalt, wenn man die Spule entsprechend vor die beiden anderen Schenkel bringt, was damit übereinstimmt, daß die drei Luftfelder f_a, f_b, f_c einander gleich sind.

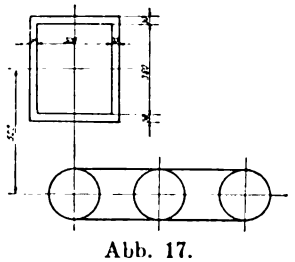


Abb. 17.

9. Wir werden der Einfachheit halber für einen Augenblick wieder einen vollkommen symmetrischen Transformator nach Abb. 2 voraussetzen. Der zufließende Strom muß, wenn wir von der fünften und höheren Harmonischen absehen, streng sinusförmig sein. Die Differenz zwischen den zugeführten AW und der verbrauchten magnetischen Kraft muß in der Luft zwischen den beiden magnetischen Sternpunkten aufgezehrt werden. Das magnetische Gefälle zwischen diesen darf man nicht vernachlässigen, wenn auch das Streufeld verhältnismäßig klein ist: dafür ist ja der magnetische Widerstand sehr groß. Man kann sich analog der hier beschriebenen Erscheinung eine zunächst einphasige Rohrleitung vorstellen. In einem der beiden Schenkel werde durch die Kraft vieler eingebauter, gleichmäßig verteilter Schaufeln (unsere AW) das Wasser in eine rein sinusförmige schwingende Strömung versetzt. Die Wassergeschwindigkeit entspricht unserer Induktion. Die Massenträgheit der Flüssigkeit sei vernachlässigbar klein gegenüber einem starken, im allgemeinen der Geschwindigkeit proportionalen Strömungswiderstand in diesem einen Schenkel, der durch irgendwelche Mittel mit der Zeit so veränderlich gemacht wird, daß die zu seiner Überwindung angreifende und ihm gleiche Kraft (ähnlich wie die magnetisierenden AW des sinusförmig magnetisierten Einphasentransformators) die Grundwelle und eine dritte Harmonische enthält. Wir denken uns nun drei solche einphasige Rohrleitungen in Stern aufgestellt, mit den widerstandslosen Schenkeln nach innen. Die Strömungsgeschwindigkeiten seien gegeneinander zeitlich um 120° phasenverschoben. Wenn wir die drei inneren Schenkel miteinander zu einem Rohr vereinigen, so wird die Strömung in ihm Null; wir können es zunächst durch zwei Ventile am Anfang und Ende ausschalten bezw. absperren. Wir haben den Fall: symmetrischer Transformator mit Sternpunktrückleitung. Nun mögen die antreibenden Kräfte (AW) so geändert werden, daß nur deren Grundwelle übrig bleibt und die dritte Harmonische verschwindet. Die Strömung in den drei, in gleicher Weise wie früher Widerstand bietenden Schenkeln wird sich, wie man leicht überlegt, nicht ändern. Hingegen tritt zwischen den beiden Rohrsternpunkten (entsprechend unseren magnetischen Sternpunkten) eine Druckdifferenz auf, die mit der dreifachen Frequenz ihre Richtung wechselt (entsprechend der magnetischen Potentialdifferenz zwischen den beiden Sternpunkten). Wir haben den Fall: symmetrischer Transformator ohne Sternpunktrückleitung. Ein Analogon zu dem Luftfeld $f_a = f_b = f_c$ finden wir, wenn wir mit den beiden erwähnten Ventilen die vereinigte Stromrückleitung nicht ganz absperren, sondern nur stark drosseln. Es sei noch ausdrücklich erwähnt, daß das zum Vergleich herangezogene Bild nur dazu dienen soll, den magnetischen Zwangszustand des Dreiphasentransformators ohne Sternpunktrückleitung zu demonstrieren. Es unterscheidet sich im übrigen vom wirklichen Fall physikalisch sehr tiefgehend, wie man aus dem Vergleich der Energieverhältnisse erkennt.

10. Was die Frage der Kastenverluste anbelangt, so blieb mir in diesem Falle leider nicht die Zeit, die Induktion des Streufeldes der dreifachen Frequenz bezw. die davon erzeugte Wirbelströmung im Kasten nachzumessen. Die Wattaufnahme ergab bei der Messung im Kasten um 6·2% höhere Leerlaufverluste als bei der Messung in Luft. Ein Teil dieser Verluste entfällt auf das Streufeld der Wicklung von der Grundperiodenzahl. Bei der betriebsmäßigen Induktion von 15000 Linien im Schenkel haben wir pro Phase zirka 280 × 5·5 = 1540 AW effektiv der Grundperiodenzahl, und wie wir bereits wissen, zwischen den magnetischen

Digitized by Google

Sternpunkten 655 AW der dreifachen Frequenz wirksam. Es ist also jedenfalls ein sehr beträchtlicher Teil der Wirbelstromverluste im Kasten, der von dieser dritten Harmonischen herrührt. Eine kleine Entspannung für die Totalverluste: Transformator im Kasten tritt dadurch auf, daß sich das Streufeld der dritten Periodenzahl im Kasten etwas stärker ausbilden kann. Nun ist aber die Phasenlage des Luftfeldes $f_a = f_b = f_c$ eine solche, daß die Spannungskurve spitziger wird. Das Maximum der dritten Harmonischen addiert sich zum Maximum der Grundwelle (siehe zum Beispiel Abb. 9). Für die Felder gilt das umgekehrte. Hier subtrahiert sich das Feldmaximum der dritten Harmonischen vom Feldmaximum der Grundwelle. Das ergibt sich auch einfach aus den Stromkurven Abb. 1. Wenn die dritte Harmonische dort fehlt, so kann sie nur eine Schwächung des Feldmaximums verursachen. Mit der Abnahme von B_{max} gehen die beim Transformatorenblech hauptsächlich aus Hysteresisverlusten bestehenden Eisenverluste nahezu quadratisch herunter.

Eine größere Rolle spielen die Kastenverluste bei Transformatoren mit Glattblechkästen, deren dicke Wände näher an den Kern herankommen; dadurch nimmt der magnetische Widerstand M stärker ab.

Wieso werden die Wirbelstromverluste im Kastenblech, die das Luftfeld der dritten Frequenz abdämpfen, gedeckt? Bleiben wir wieder bei dem ganz symmetrischen Transformator nach Abb. 2. Wenn wir um alle drei Schenkel eine starke Cu-Wicklung legen, so wird durch sie das Feld F_a bezw. F_b, F_c nicht beeinflußt; hingegen wird das Luftfeld $f_a = f_b = f_c$ abgedämpft. Der ganz symmetrische Transformator nimmt, wenn wir von der fünften und von höheren Harmonischen absehen, nur die Grundwelle des Stromes auf. Das Luftfeld $f_a = f_b = f_c$, ebenso die von ihm erzeugte Wirbelströmung in der Dämpferwicklung enthalten jedoch gerade diese Grundfrequenz nicht!

Um diesen scheinbaren Widerspruch aufzuklären, betrachten wir einmal näher die Energieverhältnisse des symmetrischen Dreiphasentransformators mit und ohne Sternpunktrückleitung. Mit Sternpunktrückleitung erhält jede Phase geradesoviel Energie als zum Aufbau des Feldes und zur Deckung der Verluste im entsprechenden Schenkel erforderlich ist. Das Produkt der Momentanwerte Strom × Spannung gibt die bekannte Leistungskurve. Wenn wir nun die Sternpunktrückleitung unterbrechen, so ändern wir an der Magnetisierung des Transformators zunächst gar nichts, solange wir von dem Luftfeld $f_a = f_b = f_c$ absehen. Der Sternpunkt bleibt in Ruhe, die Felder im Transformator sind dieselben. Nur der Strom ändert sich, die dritte Harmonische kann nicht mehr fließen. Die Folge davon ist, daß jetzt jede Phase nicht mehr jene Energie erhält, die der entsprechende Schenkel gerade braucht. Die drei Phasen helfen nun einander gegenseitig aus, was sie ja dadurch können, daß sie magnetisch miteinander verkettet sind.

Nun möge das Feld $f_a = f_b = f_c$ entstehen können, zunächst ohne den Widerstand einer dämpfenden Kurzschlußwicklung (zum Beispiel Kasten) überwinden zu müssen. Die Energieschwingung beim Aufbauen und Verlöschen dieses Feldes wird vollständig vom magnetischen Hauptfeld aus gedeckt, ohne daß das Netz davon etwas zu spüren bekommt. Durch dieses in allen drei Schenkeln gleichzeitige Hinausfließen von Energie und wieder Zurückströmen findet die Sternpunktschwingung ihre Erklärung.

Wenn das Luftfeld $f_a = f_b = f_c$ wirklich entsteht, genügen die AW der dritten Frequenz, um es zu treiben? Nein! Tatsächlich findet durch dieses Feld der dreifachen Frequenz auch eine Änderung, und zwar eine Verringerung der Grundwelle des Magnetisierungsstromes statt, indem eben die resultierende Schenkelinduktion verringert wird. Das kann an folgendem Fall plausibel gemacht werden: Wir denken uns einen einphasigen Transformator von einer genau sinusförmigen Spannung magnetisiert. Wir wollen über diese Grundschwingung des Feldes nun noch eine viel höherperiodige Feldschwingung darüber lagern und fragen uns, was für AW dazu erforderlich sind? Wenn das Maximum des Feldes schon im stark gesättigten Bereich war, so überlegt man leicht, daß zur Darüberlagerung dieser hochperiodigen Schwingung auch ein Strom der Grundperiodenzahl erforderlich ist. Wir hätten also streng genommen, auch bei unserer Untersuchung die Änderung des Stromes der Grundperiodenzahl berücksichtigen sollen, wenn dieses Feld $f_a = f_b = f_c$ entstehen kann. Wird es durch eine Kurzschlußwicklung abgedämpft, so verschiebt sich die Grundwelle des zusätzlichen Magnetisierungsstromes so, daß ihre Wattkomponente gerade die zusätzlichen Verluste in der Dämpferwicklung deckt.

Zusammenfassung.

Es wird die Magnetisierung eines Dreiphasentransformators bei einer Schenkelinduktion von 14 000 bis 16 000 Linien sowohl rechnerisch als auch oszillographisch untersucht, namentlich was den Zwangszustand bei nicht verbundener Neutralen in bezug auf die zur Magnetisierung erforderliche dritte Harmonische des Stromes anbelangt. Der Transformator fügt sich diesem Zwang, indem sein Sternpunkt mit der 3-, 9- usw. fachen Periodenzahl zu schwingen beginnt. Diese Sternpunktschwingung gegenüber dem Generator-Nullpunkt kommt durch drei „Luftfelder" zustande, die an Größe und Phase einander gleich sind und ihren Weg über das Eisen je eines Schenkels und über die Luft nehmen. Ein entsprechendes Feld mit der Grundperiodenzahl ist nur dann vorhanden, wenn das AW-Gefälle in den Jochen eine Rolle spielt. Durch dieses Luftfeld wird die Kurve der Phasenspannung spitziger, das Maximum der Induktion herabgedrückt. Die drei Ströme sind einander gleich. Das gilt auch für den unsymmetrischen Transformator, wenn die Unsymmetrie durch schwach gesättigte Joche verursacht wird. Die Auslösung dieser Luftfelder der dreifachen Frequenz wird an einem Bild mit drei Wasserrohrleitungen plausibel gemacht. Durch diese Felder entstehen im Kastenmantel Zusatzverluste, im Kern selbst tritt hingegen durch Herabdrückung des Induktionsmaximums eine Verringerung der Verluste ein. Es wird dann gezeigt, daß die Sternpunktschwingung eine Energieschwingung vom Eisen der drei Schenkel in die Luft hinaus darstellt, und daß durch diese darübergelagerte höherperiodige Schwingung auch der Leerlaufstrom der Grundfrequenz geändert wird. Die Wattkomponente dieses zusätzlichen Leerlaufstromes deckt die Verluste in einer alle drei Schenkel umschließenden Dämpferwicklung.

Digitized by Google

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Große Dampfturbinenanlagen. Die größte jetzt in Betrieb stehende Dampfturbine für Generatorantrieb in Amerika hat 70 000 kW (95 200 PS) Einzelnleistung*). In Deutschland sind zwei Dampfturbinen zu 60 000 kW Einzelnleistung für den gleichen Zweck im Betrieb**). Die größte Kolbendampfmaschine für 25 350 PS soll bei der Lukens Steel Comp. in Betrieb stehen. Dampfturbinen werden erst bei Leistungen über 200 kW wirtschaftlicher als Kolbendampfmaschinen. Die Anschaffungskosten sinken von Mk. 84 bis Mk. 105 bei 500 kW-Dampfturbinen auf Mk. 34 bis 38 bei 30 000 kW Einheitssätzen; der Kohlenverbrauch der letzteren wird mit 0·45 kg für die kWh angegeben. Für eine 50 000 kW-Turbine garantiert Westinghouse einen thermischen Wirkungsgrad von 26·5%, bei 22 at, 94° C Überhitzung, 38 mm Quecksilbersäule Kondensatordruck. Man hofft in Zukunft eine Leistung von je 1 kW für je 2700 pro h zugeführte Wärmeeinheiten zu erzielen.

J. A. Stevens und A. D. Pratt haben einen Dampfkessel zur Deckung des Bedarfes einer Dampfturbine von 30 000 kW entworfen. Die Rostfläche beträgt 95 m², die Heizfläche 5357 m², dazu 1335 m² im Überhitzer und 3422 m² im Vorwärmer. Die Rohre von 101·6 mm² haben 17·3 km Gesamtlänge. Der Kessel, Bauart Babcock & Wilcox, soll 325 t Wasser stündlich verdampfen und Dampf von 24·5 at, 120° C Überhitzung, erzeugen. Die Kesselanlage erforderte samt Bunker und Bedienungsraum 27·6 × 25·7 m Bodenfläche. (E. K. B. 16, Heft 2, nach Engineering.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Über den Einfluß des Zwischentransformators auf den Betrieb des Drehstrom-Reihenschlußmotors mit Sechsbürstensatz. Dipl.-Ing. Max Ernst. Die aus konstruktiven Gründen notwendige Beschränkung in der Wahl der Ankerspannung macht beim Drehstrom-Reihenschlußmotor die Verwendung eines Transformators erforderlich, welcher am besten nicht vor den ganzen Motor, sondern als Zwischentransformator vor den Läufer geschaltet wird, da er dann in der Regel kleiner und billiger ausfällt. Diese Zwischenschaltung des Transformators hat jedoch eine wesentliche Veränderung der Betriebseigenschaften des Motors, und zwar im günstigen Sinne zur Folge. Vor allem wird die Leerlaufsdrehzahl nach oben begrenzt.

Der Verfasser stellt die hiebei auftretenden Verhältnisse für den Doppelbürstenmotor dar (die halbe Anzahl der Bürsten in der Ständerwicklungsachse, die andere verschiebbar), wobei der Einfluß des Magnetisierungsstromes des Transformators, auf welchen ja die Veränderung der Betriebsverhältnisse zurückzuführen ist, berücksichtigt wird.

Zunächst wird das Spannungs- und Durchflutungsdiagramm bei übersynchronem Lauf mit Berücksichtigung des Ohmschen Spannungsabfalles, der Streuung und der Eisenverluste im Transformator aufgestellt. Es wird gezeigt, daß der Magnetisierungsstrom des Transformators eine Vergrößerung des Winkels zwischen Durchflutung D_1 des Ständers und D_2 des Läufers und gleichzeitig die Verkleinerung dieser Größen bedingt, wenn die resultierende Durchflutung D oder der resultierende Kraftfluß Φ gleich groß angenommen werden. Der Winkel zwischen Läufer- und der resultierenden Durchflutung ε wird hiebei ebenfalls verkleinert. Beides bedeutet eine wesentliche Verringerung des Drehmomentes, das dem Produkte $D_2 . \Phi . \sin \varepsilon$ proportional ist. Da dieser Einfluß mit zunehmender Drehzahl stark wächst, so wird ein Durchgehen des Motors bei vollständiger Entlastung verhindert.

Das Spannungs- und Durchflutungsdiagramm bei untersynchronem Lauf zeigt hinsichtlich des Einflusses des Magnetisierungsstromes die entgegengesetzten Verhältnisse. Der letztere bringt eine Phasenverschiebung des Läuferstromes im nacheilenden Sinne hervor. Der Winkel zwischen Läufer- und Ständerdurchflutung wird daher verkleinert, der Winkel ε zwischen Läuferdurchflutung D_2 und dem resultierenden Kraftfluß Φ dagegen vergrößert und infolgedessen das Drehmoment $M = C . D_2 . \Phi \sin \varepsilon$ ebenfalls vergrößert.

Der Einfluß des Magnetisierungsstromes macht sich besonders beim Anlauf, wenn die Läuferspannung, also auch die des Transformators, eine hohe ist, geltend, wodurch die Möglichkeit geboten wird, den Anlauf des Motors stabil zu gestalten und gleichzeitig den Leistungsfaktor bei normalem Betriebe durch Erhöhung der Läuferwindungszahl zu verbessern. Die Nebenwirkungen der Streuung sowie der Verluste schränken aber diesen günstigen Einfluß auf einen bestimmten mittleren Bereich des Bürstenwinkels ein.

Unter Annahme eines Verhältnisses 0·866 (= cos 30°) zwischen Ständer- und Läuferamperewindungen werden die Betriebskurven für einen sechspoligen Motor für 50 Per/s mit und ohne Zwischentransformator aus den Diagrammen konstruiert. Der Motor ist für ein konstantes Drehmoment von 41·5 mkg und eine Drehzahlregelung zwischen 0 und 1200 U. p. min durch Bürstenverschiebung entworfen. Aus Abb. 1 ist das Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl ohne Zwischentransformator, in Abb. 2 mit einem solchen dargestellt. In letzterer Abbildung wird ersichtlich, daß das Drehmoment mit steigender Drehzahl wesentlich rascher abnimmt als ohne Zwischentransformator. Die Kurven für einen Bürstenwinkel von 50° und 60° zeigen bei Anwendung des Zwischentransformators stabilen Anlauf, während ohne denselben (Abb. 1) noch unstabiler Anlauf vorhanden ist.

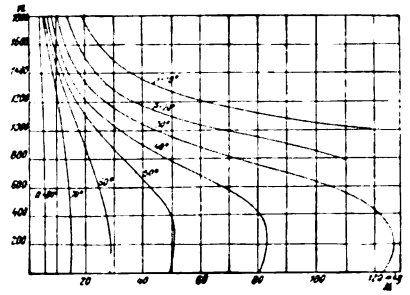


Abb. 1. Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl. Ohne Zwischentransformator.

Der Verfasser bringt weiters die Kurven für den Leistungsfaktor und die Induktionen im Zwischentransformator.

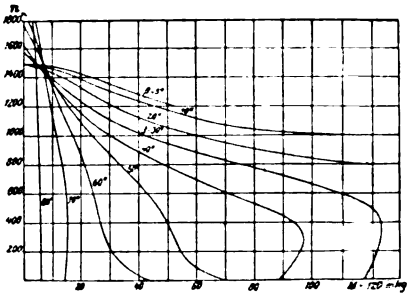


Abb. 2. Drehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl. Mit Zwischentransformator.

Kommt es auf stabilen Anlauf, wie zum Beispiel bei einem Ventilator, nicht an, so ist es günstiger, zwecks Erzielung eines guten Leistungsfaktors, die Regelung durch Verschiebung sämtlicher Bürsten vorzunehmen und hiebei die Läufer-AW hoch zu halten. Um die hohen Verluste im Transformator bei sehr hohen und sehr niedrigen Drehzahlen zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Vergrößerung des Magnetisierungsstromes nicht so sehr durch Sättigung des Eisens, als durch die Einfügung eines Luftspaltes zu bewirken, der dann auch beliebig einstellbar gemacht werden kann.

(E. T. Z. 38, Heft 48, 1917.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrisch betriebene Hilfsmaschinen auf Schiffen. Wie auf allen Gebieten, so hat auch im Schiffsbetrieb der elektrische Antrieb mit der Zeit ein großes Feld erobert. Aus einer Übersicht, die Ing. W. Kaemmerer in seinem Buch über dieses Gebiet gibt*), geht hervor, daß erst mit der Einführung der Dieselmaschine in der Frachtschiffahrt der elektrische Antrieb Verbreitung gefunden hat, dem nur die Abneigung seemännischer Kreise gegen elektrische Betriebe hindernd im Wege steht. Auf einem Frachtschiff der Atlas-Werke, Bremen, dient als Rudermaschine ein 8·8 PS-Gleichstrommotor in Leonardschaltung für 115 V, 68 A bei 250 U. p. min. Das Anlassen und Regeln erfolgt mit einem kleinen Steuerrad auf der Kommandobrücke mittels Wellenleitung, wobei der Anlasser durch ein Planetengetriebe am Motor wieder auf Schlußstellung und damit der Motor zur Ruhe gebracht wird. Gleichzeitig mit den elektrischen Rudermaschinen haben die elektrischen Ladewinden Eingang in die Handelsmarine gefunden. Die genannte Firma hat eine Ladewinde für 3 t Tragfähigkeit gebaut, deren Seiltrommel durch zwei Stirnrädervorgelege von einem 32 PS-Gleichstrom-Nebenschlußmotor, 110 V, 720 U. p. min angetrieben wird. Mit dem Fahrschalter, der anstelle der Anlaßventile bei Dampfwinden tritt, wird eine Lasthaltebremse und eine Notbremse betätigt. Der Motor arbeitet beim Lastsenken in Senkkraft-Schützenschaltung. Die Hubgeschwindigkeit beträgt 0·3 bis 0·6 m/s. Bei der Kohlenwinde von E. Becker, Berlin-Reinickendorf (Abb. 1), treibt ein 8·5 PS gekuppelter Nebenschlußmotor 110 bis 220 V, 1100 U. p. min, an. Die Zugkraft der Winde beträgt 400 kg, die Seilgeschwindigkeit 1 m/s. Durch Neigung der Motorachse und Verbindung des Motorgehäuses mit dem Schneckenkasten wird eine gedrängte Bauart erreicht. Zu beiden Seiten des Schneckenkastens, in dem unter Öl das zwischen Motorwelle und Trommelachse angeordnete Schneckengetriebe läuft, sind die Spilltrommeln angeordnet. Ein Rücklaufgesperre auf der Schneckenwelle verhindert bei stromlosem Motor ein Sinken der Last. Im unteren Teil des Schneckenkastens ist der mittels Handrad gesteuerte Anlasser eingebaut. Bei großen Schnell-

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 604; 1918, Heft 15, Seite 176.
**) Vgl. E. u. M. 1918, Anz., Heft 13, Seite 53.

*) Die neuere Entwicklung im Schiffsmaschinenbau. Von Ingenieur W. Kaemmerer. Mit 148 Textabbildungen. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1914. Preis Mk. 8.

Digitized by Google

dampfern sind elektrisch betriebene Proviant-, Kohlen- und Bootswinden in Gebrauch. Bei einer für die genannten Zwecke gemeinsam geeigneten Winde treibt ein 24 PS-Gleichstrommotor für 140 V mittelst zweier Stirnräder die Haupttrommel zum Heben von Proviant mit 590 U. p. min an. Ein auf jeder Seite der verlängerten Trommelwinde sitzender Spillkopf wird bei Übernahme der Kohlenkörbe benutzt und durch zwei weitere Stirnrädervorgelege wird eine Transmissionswelle für die Welin-Bootsdavits mit 700 U. p. min angetrieben. Die Winde hebt 2 t mit 0·75 m/s. Zum Antrieb von

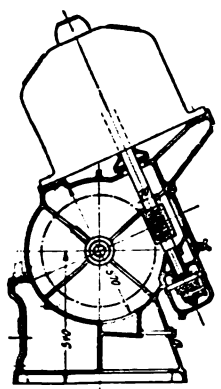


Abb. 1.

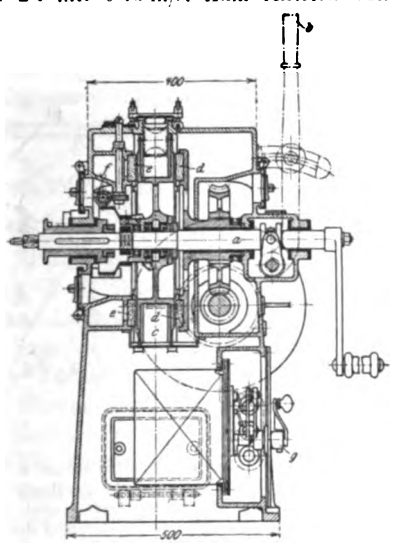


Abb. 2.

Bootswinden von 1·5 t Hubkraft und 0·5 m/s Hubgeschwindigkeit dient auf einem anderen Schiff ein 24 PS-Gleichstrommotor, 110 V, 590 U. p. min, der durch Schneckenradübersetzung die Spillwelle für die kombinierte Kohlenwinde mit 100 U. p. min antreibt. Ein Handrad zum Anlassen ist mit der Backenbremse auf der verlängerten Motorwelle verbunden. Die eingangs angeführte Firma baut elektrisch angetriebene Lotmaschinen (Abb. 2). Der Motor treibt mittels Schnecke ein Schneckenrad an, das lose auf der Welle *a* sitzt. Wenn der Handhebel *b* nach rechts geschoben wird, wird die Seiltrommel *c* gegen die Reibkupplung *d* gedrückt, mitgenommen und windet das Lotseil auf. Bei Mittelstellung des Hebels *b* ist die Seiltrommel *c*, die ebenfalls lose auf der Welle *a* sitzt, aber gegen seitliche Verschiebungen durch einen Stellring und ein seitliches Kugellager gesichert ist, ausgelöst und die Lotleine läuft infolge des Gewichtes des Lotes ab; soll die Lotleine gebremst werden, so wird der Hebel *b* nach links geschoben und hiemit die Seiltrommel an die Bremsbacke *e* gedrückt und zum Stillstand gebracht. Zum Anzeigen der Länge der abgelaufenen Lotleine dient die Anzeigevorrichtung *f*, die von der verlängerten Nabe der Seiltrommel mittels Schnecken- und Stirnradgetriebes bewegt wird. Der Motor selbst, der nur in einer Richtung läuft, wird durch einen gewöhnlichen Handschalter *g* angelassen. Die Lotmaschine kann auch von Hand durch zwei Kurbeln betrieben werden. Das hiebei verwendete Lot wiegt 25 kg. Die siebenlitzige Lotleine mit Litzen von je 0·53 mm Durchmesser ist 300 m lang und hat 225 kg/mm² Bruchfestigkeit. Mittelst der beschriebenen Maschine kann das Lot mit 2·2 m/s Geschwindigkeit eingeholt werden.

Den gegenwärtigen Stand der elektrischen Hilfsbetriebe auf Schiffen, insbesondere in Amerika, hat kürzlich H. L. Hibbard in einem Vortrage in New York besprochen. Wie „Journal of Commerce, Liverpool", vom 13. Dezember 1917 mitteilt, ist die ausgedehnteste Anwendung des elektrischen Antriebes für die verschiedensten Arbeiten auf dem Schiffe zu machen, in Amerika erst durch den von Burmeister und Wain gebauten 13400 t-Dampfer „Chile" mit Ölmaschinenantrieb von 3000 PS bekannt geworden, der im Winter 1916 im New Yorker Hafen einlief. Der Dampfer wies elektrischen Antrieb aller Hilfsmaschinen auf der von drei Dynamomaschinen für 220 V mit Dieselmotorantrieb Strom erhielt; ein Maschinensatz ist auf hoher See, zwei während des Löschens der Ladung in Betrieb, der dritte dient als Reserve. Auf diesem Schiff sind die Ventilatoren, die Zentrifugalpumpen, die Schiffspumpen und andere, ferner die Maschinen in der Reparaturwerkstätte elektrisch angetrieben; ein Elektromotor diente zum Antrieb des Steuerruders, ferner waren die Winden auf Deck und die Ankerkettenwinde elektrisch betrieben. Der elektrische Betrieb der Hilfsmaschinen war in jeder Hinsicht zufriedenstellend. Die Pennsylvania Shipbuilding Co in Gloucester City, N. J., baut jetzt sechs Tankdampfer zu je 7500 t, von denen einer bereits fertiggestellt ist, die Dampfturbinenantrieb und elektrischen Betrieb der Hilfsmaschinen erhalten. Zwei Drehstromgeneratoren für 100 kW liefern Drehstrom von 220 V, 60 Per/s für den Betrieb einer Reihe von Hilfsmaschinen, und zwar je einen 25 PS-Schleifringmotor für die Ankerwinde und für den Ventilator im Kesselhaus zur Erzeugung von künstlichem Zug. Die übrigen Motoren arbeiten mit Kurzschlußanker: ein 15 PS-Motor zur Verstellung des Steuerrades, zwei 80 PS-Motoren für die Ölpumpe, zwei Motoren zu 15 PS zum Betrieb der Winden auf Deck, ein 15 PS-Motor für die Bugsierwinde und acht Motoren zu 5 PS für verschiedene andere Zwecke. Nebst diesen sechs Tankdampfern werden zwei Handelsschiffe für 12 000 t mit wesensgleichen Hilfsbetrieben gebaut; zum Verstauen der Ladung sind auf Deck drei Motoren zu 25 PS und acht zu 15 PS eingestellt. Diese beiden Schiffe erhalten auch elektrischen Antrieb der Schiffsschraube; zu diesem Zweck dienen zwei Turbogeneratoren, die an zwei 1500 PS-Drehstrommotoren angeschlossen sind, beide Motoren arbeiten über ein Vorgelege auf die Propellerwelle. Die Firma baut ferner sechs kleinere Schiffe mit Turbinenantrieb und elektrisch betätigten Hilfsmaschinen. Die Motoren auf Deck sind vollkommen eingeschlossen um sie vor dem Eindringen von Wasser zu schützen. Das Gehäuse ist aber abnehmbar so daß die Motoren im Hafen mit vollkommener Ventilation arbeiten. Fast alle Motoren werden von einer Schalttafel im Maschinenhaus aus angelassen; nur die Ankerwinde wird von einem daneben aufgestellten Kontroller betätigt. Die Fernschaltung bezweckt, so wie die Verwendung von Kurzschlußankermotoren, das Auftreten von Funken an Schaltkontakten in den mit Öldämpfen gefüllten Räumen zu vermeiden. Bei den Deckwindwerken wird ein mit konstanter Tourenzahl fortwährend umlaufender Motor verwendet, mit dem über ein Planetenradgetriebe die Windentrommel jeweils mittels Handhebel gekuppelt wird; dadurch, und mittels zweier Bremsbänder kann Drehrichtung und Geschwindigkeit der Windenarbeit geregelt werden. Im Gegensatz zu den vorstehend beschriebenen Einrichtungen sind die für die Texas Oil Comp. gebauten 6000 t-Tankdampfer anzuführen, bei welchen die Hilfsbetriebe mittels Gleichstrommotoren für 230 V betrieben werden. Die Ölpumpen werden von sechs Motoren zu 30 PS mit veränderlicher Tourenzahl angetrieben. Die Schiffspumpe erhält Antrieb von einem 20 PS-Motor konstanter Tourenzahl, ferner sind zwei 20 PS- und ein 25 PS-Motor für Windwerke, ein 10 PS-Motor für das Steuerruder, zwei 3 PS-Motoren für die Eismaschine und vier Motoren zu 5 PS für Pumpen aller Art vorgesehen. Die Ölpumpen und die Schiffspumpe werden vom Maschinenraum aus fernbetätigt, sie können aber mittels Druckknopfschalter in unmittelbarer Nähe der Pumpen abgeschaltet werden. Diese Motoren erhalten ein vollkommen geschlossenes Gehäuse, durch das Kühlluft hindurchgeschickt wird. Der Gleichstrombetrieb der Maschinen auf Deck hat nebst der Ersparnis an Leitungsmaterial den Vorteil der leichteren Geschwindigkeitskontrolle, ein Nachteil ist die erhöhte Feuersgefahr durch Zündung an den Schaltertunken.

Der Verfasser empfiehlt, dem elektrischen Antrieb der Hilfsmaschinen an Bord der Schiffe die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Der Maschinenraum soll elektrische Maschinen für mehr als 100 kW erhalten und ein mit elektrischen Arbeiten vertrauter Ingenieur soll sich an Bord aufhalten. Der elektrische Antrieb der Hilfsmaschinen bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. Ersparnis an Raum und Gewicht der Hilfsmaschinen, höherer Wirkungsgrad, also verminderter Brennstoffverbrauch, Fortfall der Dampfleitungen, leichte Regelbarkeit und dadurch Anpassungen an die Betriebsverhältnisse. Seiner Ansicht nach ist die Zeit bereits gekommen, da alle Antriebe auf Schiffen elektrisch eingerichtet werden.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Wasserkraftmaschinen:

Von neuen Wasserturbinenanlagen ist die von der Firma Gebr. Hallinger in München in Vorschlag gebrachte bemerkenswert. Sie bezieht sich auf Turbinen mit liegender Welle und einer wasseraufwärts zurückgebogenen und so einen Überlauf für das Oberwasser in das Unterwasser bildenden Turbinenkammerrückwand. Die Erfindung besteht nun darin, daß die Kammerrückwand in der Höhe des Oberwasserspiegels abgeschnitten ist. Durch das Zurückbiegen der Turbinenkammerrückwand werden eine große Sicherheit in der Standfestigkeit und eine günstige Rechenneigung erreicht. Weiters hat die Anlage den Vorteil, daß Eis und Anschwemmungen unmittelbar überfallen und nicht erst, wenn sie vom Rechen auf die Plattform der Haube hochgezogen sind, von dieser wieder beseitigt werden müssen.

(Ö. P. Nr. 72 928.)

Die Firma Atorf & Propfe Maschinenfabrik in Paderborn baut eine mehrfache Francisturbine mit gemeinsamer Austrittsrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, daß für jede Einzelturbine eine besondere Kammer nebst besonderem Schützen angeordnet ist, indem die Scheidewand, die die benachbarten Leitvorrichtungen voneinander trennt, über deren äußeren Umfang hinaus weiter in die seitlichen Wände der umfassenden Turbinenkammer übergeführt wird. Derart besitzt jede Einzelturbine eine eigene Wasserkammer und kann unabhängig von der anderen abgestellt werden.

(D. R. P. Nr. 298 765.)

Digitized by Google

Jakob Büchi in Mailand hat eine Kegelspaltturbine mit innerer Beaufschlagung erfunden, die auch als Pumpe Verwendung finden kann. Ihr Wesen besteht darin, daß der äußere Kranz des Laufrades an das Abflußrohr bezw. den Abflußkanal derart angeschlossen ist, daß zwischen Rad und Abfluß eine fortlaufende Verbindung mit gleichem oder allmählich zunehmendem Querschnitt vorhanden ist. Dem zentrifugalen Leitrad wird ein besonderer Leitkanal vorgesetzt, der eine innere Verlängerung des Leitrades bildet und eine solche Form besitzt, daß das Wasser, aus dem Zuflußkanal von außen einströmend, mit zunehmender Geschwindigkeit der inneren Eintrittsseite des zentrifugalen Leitrades stetig zugeführt wird. Das eigentliche, das Wasser in zentrifugaler Richtung zum Laufrad führende Leitrad ist ohne Schaufeln ausgebildet, wogegen am Eingang des als zentripetale Zuführung dienenden Kanals feste oder drehbare Leitschaufeln angeordnet sind.

(D. R. P. Nr. 295 945.)

Dr. Victor Kaplan in Brünn baut Laufräder für Wasserturbinen oder Kreiselpumpen für unelastische Flüssigkeiten, die dadurch gekennzeichnet sind, daß längs eines Teiles oder der ganzen Schaufelfläche bei allen Schnitten mit einer Stromfläche, wie ein solcher in Abb. 1 dargestellt ist, zwischen zwei benachbarten Schaufeln keine Zelle vorhanden ist, bezw. die wahre Länge λ der Schnittlinie der Schaufelfläche mit einer Stromfläche kürzer ist als die in dieser Stromfläche gemessene Schaufelteilung t. Bei den gebräuchlichen Schaufeln mit der Teilung t_1 begrenzen die zwei äußersten Normaltrajektorien n_1 und n_2 einen kanalförmigen Raum, woraus sich die Zellenform und die beiderseitige Führung des Arbeitsmittels ergeben. Bei der Schaufel nach der Erfindung wird keine solche Zelle abgegrenzt und die beiderseitige Führung des Arbeitsmittels in den Laufradzellen durch die einseitige Führung der Laufradflügel ersetzt.

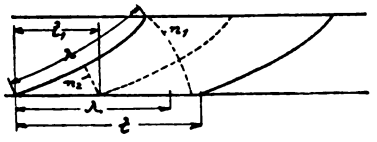


Abb. 1.

(Ö. P. Nr. 73 820.)

Eine eigenartige Regelung für Turbinen hat Josef Goederer in Leostal (Krain) ersonnen. Sie besteht darin, daß zwischen das Leit- und das Laufrad entweder in fester Verbindung mit dem Laufrade oder für sich um das Laufrad und mit diesem zwangläufig kreisend Schaufeln angeordnet sind, die nach der Kurve des relativen Wasserweges gekrümmt sind, der einer bestimmten Ausflußgeschwindigkeit und Richtung der treibenden Wasserstrahlen und einer bestimmten Umdrehungsgeschwindigkeit des Laufrades entspricht, so daß unter regelrechten Verhältnissen die aus dem zwischengeschalteten Schaufelrade austretenden Wasserstrahlen keine Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung erfahren, hingegen bei zunehmender Umdrehungsgeschwindigkeit des Laufrades die zwischengeschalteten Schaufeln auf die treibenden Wasserstrahlen ablenkend einwirken und dadurch Kräfte hervorrufen, die der Umdrehungsgeschwindigkeit des Laufrades entgegengesetzt sind und somit diese vermindern und infolgedessen regeln können.

(Ö. P. Nr. 72 922.)

Die Erfindung des Otto Titus Bláthy in Budapest hat eine hydroelektrische Anlage mit stark wechselnder Gefällshöhe und mit unmittelbar von den Turbinen angetriebenen Wechselstromsynchrongeneratoren zum Gegenstande, die dadurch gekennzeichnet ist, daß bei wechselnder Gefällshöhe die Umlaufszahl der durch einen geeigneten Geschwindigkeitsregler auf zwei oder mehrere verschiedene, für sich gleichbleibend gehaltene Geschwindigkeitsstufen einregelbaren Turbinen auf die der jeweiligen Gefällshöhe günstigste Geschwindigkeitsstufe eingestellt und der stromerzeugende Teil der Anlage derart elektrisch geregelt bezw. angepaßt wird, daß die in Betracht kommenden Größen des in das Netz gespeisten elektrischen Stromes gleichbleibend gehalten werden. Da die elektrische Regelung bezw. Anpassung der Stromerzeuger bezw. des durch diese Stromerzeuger gelieferten Stromes bei stark wechselnder Umlaufszahl der Turbine mit bedeutend besserem Wirkungsgrade erfolgen kann als bei gleichbleibender Geschwindigkeit die Anpassung der Turbine dem stark wechselnden Gefälle, so arbeitet die Anlage selbst dann wirtschaftlich, wenn die Gefällshöhe innerhalb sehr weiter Grenzen wechselt.

(D. R. P. Nr. 292 891.)

Bei mittelbar wirkenden hydraulischen Geschwindigkeitsreglern für Kraftmaschinen, insbesondere Wasserturbinen, bei denen das Verteilorgan der Hauptsteuervorrichtung vom Federregler unter Vermittlung einer mit Druckflüssigkeit arbeitenden Vorsteuerung betätigt wird, verwendet man zur Betätigung der Vorsteuerung in manchen Fällen die gleiche Druckflüssigkeit, die zur Speisung der für die Betätigung der Einlaßorgane erforderlichen Hilfskraftmaschine dient, in anderen Fällen wird die Druckflüssigkeit für die Vorsteuerung durch eine besondere, kleine Pumpe gefördert. Anton Gagg in Zürich verbessert nun Regler der letzteren Ausführung dadurch, daß die besondere, für die Vorsteuerung dienende Pumpe von der Welle des Federreglers angetrieben wird und die Vorsteuerung dauernd durch eine Kraft belastet, die beim Abfallen des Hilfsflüssigkeitsdruckes die Vorsteuerung im Sinne des Schließens bewegt. Durch diese Anordnung wird bei allfälligem Versagen des Antriebes des Federreglers, wenn zum Beispiel ein für den Antrieb verwendeter Riemen reißt oder ein Zahnrad bricht, das sonst unausbleibliche Durchgehen der Maschine vermieden und werden die daraus sich ergebenden Übelstände und Gefahren verhütet.

(Ö. P. Nr. 72 675.)

Eine beachtenswerte bauliche Anordnung für Finksche Leitschaufeln mit offenliegenden Lenkern rührt von der Leobersdorfer Maschinenfabriks-Aktien-Gesellschaft in Leobersdorf bei Wien her. Sie besteht darin, daß die in den Lenkern für die Zapfen des Lenkorkranzes angeordneten Zapfenlöcher an der freiliegenden, vom Wasser bespülten Lenkerseite überdeckt sind, so daß eine Bespülung der Zapfen durch das oft Sand und Schlamm mitführende Wasser verhindert wird.

(Ö. P. Nr. 73 203.)

Die von Léon Dufour in Genf angegebene Regelungsvorrichtung für Freistrahlturbinen (Abb. 2) besitzt zwei Hilfsmaschinen, wovon die eine einen Ablenkschirm und die andere eine Düsennadel betätigt. e ist der von der Hilfsmaschine g_1 durch den Arm d angetriebene Schirm. Die Hilfsmaschine wird von einem Geschwindigkeitsregler gesteuert. Die die Austrittsöffnung der Düse e regelnde Nadel f wird durch die Hilfsmaschine g_2 betätigt. Unter Einwirkung des im Raume u ständig herrschenden Flüssigkeitsdruckes sucht der Stufenkolben h, die Düse e

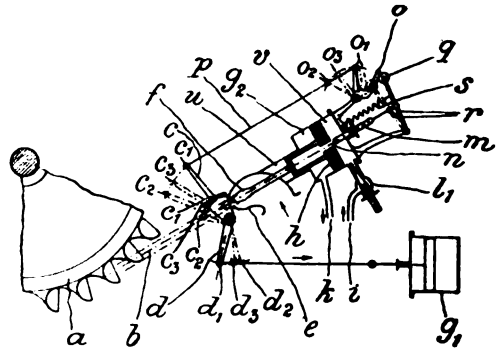


Abb. 2.

stets zu öffnen, sobald der im Raume v herrschende, auf den größeren Kolben wirkende Gegendruck geringer ist. Dieser Gegendruck wird durch die Druckflüssigkeiteintritts- und -austrittsrohre i und k erzeugt. Die Durchflußmenge im Rohre i wird durch die Vorrichtung l_1 geregelt. Für den Austritt geschieht dies in der Weise, daß der Dorn m unter der Wirkung des Druckes im Raume v die Einmündung n des durch den Kolben h geführten Kanales für den Austritt ins Freie mehr oder weniger abschließt. Ein Hebedaumen o wird durch einen am Schirm angeschlossenn Arm und eine Lenkerstange p betätigt und steht in Berührung mit der am Dorn m unter Zwischenschaltung eines Hebels und der Lenkerstange r angeschlossenen Rolle q. Die Feder s hält während des Öffnens die Rolle q gegen den Hebedaumen o angepreßt und während des Schließens den Dorn m auf der Ausflußöffnung n. Bei einer plötzlichen Entlastung der Turbine schwingt Arm d nach d_2, der Schirm e senkt sich nach c_2 und lenkt den Wasserstrahl b unter das Rad, wodurch die Turbinenleistung herabgesetzt wird. Diese Ablenkung des Schirmes erfolgt unter Einwirkung der Hilfsmaschine g_1 so rasch, als der Geschwindigkeitsregler es erlaubt. Während dieses Vorganges schwingt der Hebedaumen o nach o_2. Der Dorn m folgt durch die Kraft der Feder s dieser Bewegung und verschließt die Austrittsöffnung n im Kolben h vollständig. Nunmehr schließt die durch das Rohr i eintretende Flüssigkeit, die bei n keinen Ausweg mehr findet, die Düse e durch Auffüllen des großen Zylinders. Dieser von der zweiten Hilfsmaschine veranlaßte Abschluß hört sofort auf, sobald sich die Austrittsöffnung n öffnet, sobald also die von neuem sich gegen den Hebedaumen o anlegende Rolle q beim Abschluß dieser Öffnung durch den Dorn m in ihrer Bewegung aufgehalten wird. Bei plötzlicher Belastung hebt der Arm d den Schirm in die Stellung c_1 empor, der Hebedaumen u stößt den Hebel r zurück und zieht dadurch den Dorn m nach auswärts. Infolge des Flüssigkeitsdruckes im Raume u verursacht der Kolben das Öffnen der Düse.

(D. R. P. Nr. 294 990.)

Schließlich sei noch die von Hugo Helberger in München erfundene Wasserreibungsturbine erwähnt. Bei dieser wird das Laufrad aus einem ringartigen Gefäße gebildet, dessen Rand so gestaltet ist, daß er eine nach innen offene Rinne bildet, in der das durch die Fliehkraft gepreßte Wasser das Schaufelrad bildet und auf dessen Oberfläche aus einer Wasserstrahldüse der Wasserstrahl in fast tangentialer Richtung aufschlägt.

(D. R. P. Nr. 294 989.)

Personalnachricht.

Dem Oberbeamten der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke Rudolf Löwenstamm wurde der Titel eines kaiserlichen Rates verliehen.

Vereins-Nachrichten.

Die kürzlich in mehreren Vereinsversammlungen abgehaltene Besprechung des Regierungsentwurfes betreffend das „Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft" wird im Laufe dieser Woche als Sonderheft erscheinen.

Jene Mitglieder unseres Vereines, welche ein solches Sonderheft zu erhalten wünschen, wollen dies mittels Postkarte bis längstens Donnerstag, den 2. Mai l. J. bekanntgeben, worauf ihnen je ein Heft kostenlos übermittelt wird. Weitere und später bestellte Exemplare des Sonderheftes kosten eine Krone einschließlich Versand.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
5. Mai 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 18.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Erwärmung von Maschinen und Transformatoren. Von J. Fischer-Hinnen, Oerlikon 205

Fehlerortsmessungen an unterbrochenen Drehstromkabeln. Von L. Lewin, Zaborze . . 210

Rundschau 213

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 215

Briefe an die Schriftleitung 216

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Erwärmung von Maschinen und Transformatoren.

Von **J. Fischer-Hinnen**, Oerlikon.

1. Einleitung.

Verfolgt man den Werdegang der elektrischen Maschinen während den letzten 30 Jahren, so wird man die Beobachtung machen, daß jeweils auf eine Periode verhältnismäßig rascher Entwicklung kürzere Ruhepausen eintraten, während denen wenigstens äußerlich kein eigentlicher Fortschritt zu konstatieren ist. Trotzdem wäre es verfehlt, dieselben kurzer Hand als Stillstand zu bezeichnen, indem sich gerade diese scheinbaren Ruhepausen durch eine überaus rege theoretische und literarische Tätigkeit auszeichnen. Man gelangte eben allmählig an bestimmte Leistungsgrenzen, welche mit den vorhandenen Mitteln nicht mehr überschritten werden konnten und notwendigerweise eine Vertiefung und und Erweiterung der Theorie verlangten.

Das eine Mal waren es Kommutationsschwierigkeiten, das andere Mal die zunehmende Erwärmung, welche den Fortschritt für einen Moment zu hemmen vermochten, stets aber gelang es schließlich, der Schwierigkeiten durch entsprechende Mittel Herr zu werden.

Auch heute stehen wir wieder vor einer derartigen Periode, und zwar ist es diesmal die Erwärmung, welche die größte Schwierigkeit zu bereiten scheint. Nun haben wir bekanntlich in der Ventilation ein ausgezeichnetes Mittel, um die entwickelte Wärme in beliebigem Umfange abzuführen. Die Ventilation ist aber ein zweischneidiges Schwert, weil sich ohne Zuhilfenahme kostspieliger Einrichtungen (Luftfilter) nicht vermeiden läßt, daß mit der frischen Luft Staub und Schmutz in die Maschine gelangen. Wenn auch die Isolation vielleicht nicht direkt darunter leidet, so schadet die Schmutzablagerung natürlich dem Aussehen der Maschine und bringt sie zum frühzeitigen Altern. Man vergleiche nur einmal einen modernen Motor nach dreimonatlichem Betriebe mit einer älteren Maschine aus den Neunzigerjahren. Dies ist auch der Grund, warum Turbogeneratoren, welche bei den beschränkten Abmessungen einer besonders kräftigen Ventilation bedürfen, nicht ohne Luftfilter laufen können.

Noch schlimmer ist die Wirkung, wenn sich der Staub mit Öl vermischt. Je kräftiger aber die Ventilation wirken soll, um so schwieriger hält es die Lager genügend abzudichten. Ja man darf füglich behaupten, daß Maschinen, welche nicht nur auf dem Papier, sondern in Wirklichkeit, kein Öl verlieren, nachgerade zu den Seltenheiten gehören. Von zwei Maschinen wird daher entschieden jene den Vorzug verdienen, welche bei gleicher Temperaturerhöhung die geringste Ventilation besitzt. Umgekehrt wird natürlich von zwei Maschinen verschiedener Erwärmung diejenige mit der geringsten Erwärmung die größten Verkaufschancen haben. Die Erwärmung ist eben ein kaufmännisches Argument, das jeder versteht, während es bekanntlich ein hoffnungsloses Unternehmen ist, einem Laien die Vorzüge eines hohen $\cos\varphi$ begreiflich zu machen.

Nun gehen augenblicklich die Ansichten über die maximal zulässige Übertemperatur etwas auseinander. Zwar existieren Verbandsvorschriften, welche die zulässigen Grenzen festsetzen, doch gibt es nicht nur Elektrizitätswerke, sondern zahlreiche Abnehmer, welche dieselben ablehnen und niedrigere Zahlen vorschreiben. Andererseits zeigt die Erfahrung, daß man bei Mickaisolation unbedingt höher gehen könnte. So zum Beispiel laufen die 3750 kW-Maschinen der Niagarawerke seit Jahren mit Temperaturen, welche je nach der Belastuug zwischen 120 bis 280° C variieren, ohne daß sich bis jetzt das geringste bemerkbar gemacht hätte*).

Man wird sich also voraussichtlich mit der Zeit auch mit noch höheren Temperaturen abzufinden haben.

Wie immer diese Angelegenheit entschieden wird, so steht doch heute noch die Frage nach der voraussichtlichen Temperaturerhöhung im Vordergrunde unseres Interesses. Es liegt nun keineswegs in der Absicht dieses Aufsatzes, die ohnehin große Zahl von Theorien um eine weitere zu vermehren, vielmehr soll versucht werden, dieselben auf Grund eines umfangreichen Versuchsmateriales zu vereinheitlichen und wo nötig zu ergänzen.

2. Bestimmung der maximalen Temperaturerhöhung bei Dauerbetrieb.

Bekanntlich setzen sich bei elektrischen Maschinen und Transformatoren alle Verluste in Wärme um. Von dieser Wärme wird ein Teil dazu aufgebraucht, den betreffenden Maschinenteil auf seine Temperatur zu bringen, der übrige Teil wird an die umgebende Luft abgegeben. Die Temperatur nimmt folglich nur allmählig zu, bis schließlich ein stationärer Zustand erreicht ist, bei welchem keine nennenswerte Temperaturerhöhung mehr eintritt. Von diesem Zeitpunkte an wird alle dem Körper zugeführte Wärme direkt an die Luft weitergeleitet.

Wir haben nun zwei Arten der Wärmeableitung zu unterscheiden, nämlich:

1. Durch Strahlung.
2. Durch unmittelbare Berührung mit der Luft (Konvektion).

Für die Strahlung kann das von Stefan empirisch gefundene und von Boltzmann theoretisch begründete Gesetz

$$w_s = \lambda_s O (T_1^4 - T_2^4) \text{ W} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

*) F. D. Newbury, Proc. Am. Inst. El. Eng. Okt. 1915; vgl. auch E. u. M. 1916, Seite 85.

Digitized by Google

benutzt werden, worin

O die Ausstrahlungsfläche in cm²,

T_1 die absolute Temperatur des Körpers,

T_2 die absolute Temperatur der Umgebung und

λ_s einen Zahlenfaktor bedeutet, der für den absolut schwarzen Körper von der Größenordnung $5{\cdot}5 \cdot 10^{-12}$ ist. Für Körper gewöhnlicher Rauigkeit der Oberfläche wie oxydierte Metallflächen, Holz, Papier, Ölanstrich usw. beträgt er noch zirka $4{\cdot}5 \cdot 10^{-12}$ und sinkt bei polierten Flächen auf $^1/_{10}$ dieses Wertes herunter.

Da die Gleichung 1) für unsere Zwecke sehr unbequem ist, werden wir sie etwas umformen, indem wir in dieselbe die sogenannte Übertemperatur, das heißt, die Temperaturdifferenz T gegenüber der Temperatur der umgebenden Luft einführen. Nimmt man die letztere im Mittel zu 17° C an, so wird

$$T_1 = 273 + 17 + T = 290 + T$$
$$T_2 = 273 + 17 = 290.$$

Diese Werte in Gleichung 1) eingeführt und potenziert geben

$$w_s = \lambda_s O T (100 + 0{\cdot}5\, T + 0{\cdot}00116\, T^2 + 10^{-6} \cdot T^3)\, 10^6.$$

Nun handelt es sich bei allen Aufgaben, mit denen man es im Dynamo- und Apparatenbaue zu tun hat, um Temperaturzunahmen bis höchstens 200° C. Innert diesen Grenzen ist mit genügender Genauigkeit

$$w_s = \lambda_s O T (1 + 0{\cdot}006\, T)\, 10^8 \text{ W} \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

Ausgerechnet erhält man

für $T =$	0	25	50	75	100	125	150	175	200
$(1 + 0{\cdot}006\, T) =$	1·00	1·13	1·28	1·43	1·63	1·82	2·04	2·14	2·30

Wir sehen also, daß die ausgestrahlte Wärme in weit stärkerem Maße als die Temperatur zunimmt, oder mit anderen Worten, die Temperatur nimmt in geringerem Grade wie die Verluste zu. Tatsächlich läßt sich dies bei Transformatoren und Widerständen versuchsmäßig nachweisen, während bei den Maschinen die Temperatur fast genau proportional dem Verluste wächst. Es rührt dies daher, daß bei den letzteren die eigentliche Wärmeausstrahlung gegenüber der Wärmeabgabe durch Konvektion stark zurücktritt. So zum Beispiel beträgt sie

bei Armaturen nur zirka 5 bis 8%,

„ Magneten nur zirka 15 bis 25%,

„ Transformatoren dagegen 40 bis 70% der gesamten Wärme.

Begnügt man sich mit mittleren Werten und berücksichtigt man, daß die Übertemperatur von Maschinen und Transformatoren stets in der Nähe von 50° C liegt, so gilt für dieselben die einfachere Formel

$$w_s = \frac{4{\cdot}5}{10^{12}} O T (1 + 0{\cdot}006\, T)\, 10^8 = \text{im Mittel } \frac{O T}{1700} \text{ W} \quad 3).$$

Bedeutend unsicherer gestaltet sich die Berechnung der durch Konvektion abgegebenen Wärmemenge w_c. Wir wissen nur, daß dieselbe ungefähr mit dem einfachen Verhältnis der Übertemperatur und etwa mit der Wurzel aus der Luftgeschwindigkeit v (in m) zunimmt. In einer Formel ausgedrückt ist

$$w_c = \lambda_c O T (1 + \beta \sqrt{v}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4).$$

Nun ist aber v in den seltensten Fällen bekannt und kann höchstens aus der Umfangsgeschwindigkeit roh geschätzt werden. Man behilft sich deshalb so, daß man bei Armaturen für v die Umfangsgeschwindigkeit der Armatur einsetzt, wodurch natürlich β einen anderen Wert erhält.

Selbstverständlich darf aber jetzt von dieser Formel keine allzugroße Genauigkeit mehr verlangt werden, da die Luftgeschwindigkeit bekanntlich nur in ziemlich losem Zusammenhange mit der Umfangsgeschwindigkeit steht. So kann man häufig beobachten, daß 2polige Kurzschlußmotoren weniger ventilieren als 6polige, also bedeutend langsamer laufende Motoren. Eine befriedigende Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch ist also nur dann zu erwarten, wenn die Konstanten aus Versuchen an Maschinen ähnlicher Konstruktion abgeleitet werden.

Angesichts dieser Unsicherheit hat es natürlich keinen Zweck, die Strahlung und Konvektion getrennt zu berechnen, vielmehr pflegt man beide in die gemeinsame Formel

$$w = w_s + w_c = \lambda O T (1 + \beta \sqrt{v}) \quad . \quad . \quad . \quad 5)$$

zusammenziehen, worin jetzt λ eine physikalisch etwas verschwommene Größe darstellt.

Befindet sich der Körper in ruhendem Zustande (Magnetspulen von Gleichstrommaschinen, Transformatoren, Widerstände usw.), so ist $v = 0$, somit

$$w = w_s + w_c = \lambda O T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6),$$

gewöhnlich ändert sich aber der Wert von λ etwas. Das mag vielleicht auf den ersten Blick auffällig erscheinen, erklärt sich aber dadurch, daß bei Magnetspulen eine ziemlich starke Ventilation von der Armatur her vorhanden ist. Andererseits spielt bei Transformatoren der natürliche Auftrieb der erwärmten Luft eine nicht zu unterschätzende Rolle. Eine einfache Überschlagsrechnung mag dies zeigen:

Angenommen, die Luft habe an der tiefsten Stelle ein spezifisches Gewicht γ_1 (bezogen auf m³) und erwärme sich beim Vorbeistreichen um T° C, so sinkt ihr spezifisches Gewicht auf

$$\gamma_2 = \frac{\gamma_1}{1 + 0{\cdot}00367\, T}$$

herunter.

Infolge der Gewichtsdifferenz entsteht daher ein natürlicher Auftrieb

$$P = (\gamma_1 - \gamma_2) \frac{h}{2} \text{ kg pro m}^2, \; h = \text{senkrechte Höhe in m},$$

und da diesem Auftrieb das Gewicht einer Wassersäule von der Höhe

$$h_w = (\gamma_1 - \gamma_2) \frac{h}{2}$$

m entspricht, erhält die aufströmende Luft eine Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{g h \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2}} = \sqrt{g h \frac{T}{273}} \text{ m}.$$

Es genügt also schon eine Höhe von 1 m, um bei einer Temperaturdifferenz von 10° C eine Geschwindigkeit von rund 0·6 m und damit eine nicht zu vernachlässigende Verbesserung der Wärmeabfuhr herbeizuführen.

Wie sehr sich die Wärmeabgabe durch eine solche „Kaminwirkung“ verbessern läßt, zeigt folgender Versuch, den der Verfasser vor längerer Zeit anstellen ließ: Über einem dauernd eingeschalteten Widerstande wurde ein 1·8 m langes Rohr von 120 mm Durchmesser derart angebracht, daß die von unten einströmende Luft den ganzen Widerstand bestreichen mußte. Es stellte sich nun heraus, daß die Temperatur um 27% zurückging, was einer Erhöhung der Wärmeabgabe auf das 1·4fache gleichkommt. Dabei betrug

Digitized by Google

die Temperaturzunahme der Luft nur 5° C. Gleichung 7) gibt hiefür

$$v = \sqrt{9{\cdot}81 \,.\, 1{\cdot}8 \,.\, \frac{5}{273}} = 0{\cdot}57$$

oder

$$\beta = \frac{1{\cdot}4 - 1}{\sqrt{0{\cdot}57}} = 0{\cdot}53.$$

Ähnliche Werte von β ergaben sich für die Magnetspulen von Wechselstromgeneratoren, falls man für v die Umfangsgeschwindigkeit der Magneträder einsetzt, während bei Armaturen von Gleichstrommaschinen β etwa von der Größenordnung 0·8 ist.

Bezüglich der Koeffizienten λ sei auf die nachstehende Tabelle I verwiesen, welche die aus den Versuchen ausgerechneten Mittelwerte von je 15 bis 25 verschiedenen Ausführungen der betreffenden Gattung enthält. Dabei wurden vereinzelte abnormal hohe oder niedrige Werte als verdächtig ausgeschieden.

nicht ohne weiteres als unmöglich hinstellen, nur war es in den meisten Fällen unmöglich, dieselben nachträglich auf ihre Richtigkeit zu prüfen. So zum Beispiel kann bei Kollektoren eine abnormal hohe Erwärmung sehr wohl von der schlechten Kommutation herrühren, während bei besonders niedrigen Temperaturen stets die Möglichkeit besteht, daß die Temperatur unrichtig gemessen wurde.

Hier muß eben die Erfahrung einsetzen, welche einem sagt, welcher Koeffizient für den vorliegenden Fall am besten paßt. Und noch eines.

Es ist viel darüber gestritten worden, was eigentlich als Abkühlungsfläche anzusehen sei, ob man zum Beispiel bei einer Magnetspule, die gegen das Eisen gekehrte Fläche mitzurechnen habe oder bloß die von der Luft bespülte Außenfläche. Tatsächlich läßt sich eine gewisse Wärmeabfuhr durch das Magnetgestell nicht in Abrede stellen. Rechnet man jedoch eine größere Zahl von Maschinen nach

Tabelle I. Werte der Leitfähigkeiten λ und β.

Nr	Gegenstand	$\frac{1}{\lambda}$	β	Als Abkühlungsfläche gilt:
1	Transformatoren mit natürlicher Luftkühlung (Spulen)	800–1000	—	Mantel + Stirnflächen + 50% der inneren von der Luft bestrichenen Seitenflächen (cm²);
2	Transformatoren mit glattem Ölkasten (Öltemperatur)	1100–1200	—	die vom Öl bespülten Seitenflächen;
3	Transformatoren mit Wellblechkasten (Öltemperatur)	800–1000	—	die vom Öl bespülte, glatt gedachte Kastenfläche, multipliziert mit der Wurzel aus dem Verhältnis der abgewickelten Wellblechlänge, glattem Umfange;
4	Kapselmotoren	800–1000	—	gesamte Oberfläche;
5	Ruhende Magnetspulen	300–400 400–500	— —	wenn nur die Mantel- und die beiden Stirnflächen, wenn die ganze Oberfläche gerechnet wird;
6	Drehende Magnetspulen, isoliert „ „ nackt	600–900 400–500	0·5 0·5	äußere Mantelflächen + Stirnflächen;
7	Gleichstromarmaturen	350–650	0·8	äußere Mantelfläche des Eisens + eine Stirnfläche + Oberfläche der freiliegenden Wicklung, soweit dieselbe von der Luft bespült ist;
8	Kollektoren	120–180 200–300	0·8 0·8	wenn man nur die Mantelfläche rechnet, äußere Mantelfläche + halbe Fläche des von den Fahnen gebildeten Ringes;
9	Statoren von Wechselstromgeneratoren und Asynchronmotoren	200–250	—	äußere Mantelfläche + beide Stirnflächen (als Verlust ist der Eisenverlust + der auf die Nuten entfallenden Kupferverlust zu rechnen);
10	Stirnverbindungen von Wechselstromgeneratoren und Asynchronmotoren			
	bei nackten Barren	zirka 600	—	bei Barren gesamte Oberfläche der freiliegenden Barren;
	für gewöhnliche Drähte	700–800	—	bei Spulen gesamte von der Luft bespülte Oberfläche;
	bei umbandelten Spulen	900–1000	—	
11	Blankes Kupfer gegen Öl	zirka 36	3	
12	Isoliertes „ „ „	„ 80	3	
13	Blankes „ „ Wasser	„ 24	3	
14	„ Eisen „ „	„ 100	3	
15	„ „ „ Öl	„ 150	3	
16	Widerstandsspiralen gegen Öl	„ 50	—	bei zirka 120 bis 150° C.
17	„ in der Luft	„ 1100	—	

Anmerkung. Sind die Eisenkörper mit Luftschlitzen versehen, so ist für die von der Luft bezw. vom Öl bestrichenen Seitenflächen je nach der Schlitzweite ein Zuschlag von 25 bis 50% dieser Flächen hinzuzurechnen. Das gleiche gilt auch für unterteilte Wicklungen von Transformatoren und Magnetspulen.

Wie man sieht, weichen die Zahlen zum Teil erheblich voneinander ab, und zwar besonders stark bei bewegten Maschinenteilen. Das ist auch nach dem weiter oben gesagten nicht anders zu erwarten. Im übrigen haben dieselben lediglich den Zweck, über die ungefähre Größenordnung zu orientieren und müssen mit der nötigen Vorsicht gehandhabt werden. Ferner zeigen die Versuche, daß solche Abweichungen nicht nur bei Maschinen verschiedener Bauart, sondern sogar bei Ausführungen einer und derselben Type vorkommen. Oft genügen scheinbar kleine Änderungen in der Anordnung der Wicklung usw., um ein wesentlich verschiedenes Verhalten zu bewirken. Aus diesem Grunde lassen sich die allfällig stärker abweichenden Resultate der einen und anderen Methode, so stellt sich heraus, daß die prozentualen Abweichungen in beiden Fällen die gleichen sind.

Ebenso ist geltend gemacht worden, daß sich die Wärme in lamellierten Eisenkörpern fast ausschließlich in der Richtung der Bleche, und sozusagen gar nicht quer dazu fortpflanze. Wenn das richtig wäre, so hätten die Luftschlitze in den Armaturen und Transformatoren überhaupt keinen Sinn, was bekanntlich der Erfahrung widerspricht. Es kommt eben bei allen derartigen Rechnungen viel weniger auf die Art, wie man rechnet, als auf die verwendeten Koeffizienten an. Selbst eine physikalische anfechtbare Formel kann befriedigende Werte geben, sofern die Konstanten aus

Digitized by Google

Maschinen ähnlicher Konstruktion und nicht allzu abweichender Größe gewonnen werden.

Beispiel 1. Man bestimme die zulässige Dauerbelastung von Widerstandsspiralen aus runden Drähten.

Da die Ventilation gleich Null ist, kommt hiefür Gleichung 6) in Anwendung, und zwar ist

$$w = J^2 r = J^2 \varrho \frac{l}{\frac{d^2\pi}{4}}, \qquad l = \text{Länge in m}, \quad d = \text{Durchmesser in mm},$$

$$O = 10\, l\, d\, \pi,$$

somit

$$T = \frac{w}{\lambda O} = \frac{1}{\lambda} \frac{J^2 \varrho\, l}{d^2 \frac{\pi}{4}} \cdot \frac{1}{10\, l\, d\, \pi} = \frac{0{\cdot}04\, \varrho}{\lambda} \frac{J^2}{d^3}.$$

Nun ist im Mittel $\varrho = 0{\cdot}45$, $\frac{1}{\lambda} = 1100$ an der Luft und 50 unter Öl.

Bei Luftkühlung und einer maximal zulässigen Übertemperatur $T = 150^0$ C wird daher

$$J = 2{\cdot}75\, d^3/_2,$$

während unter Öl und $T = 100^0$ C,

$$J = 10{\cdot}5\, . d^3/_2 \text{ wird.}$$

Ausgerechnet, ergibt sich folgende Tabelle II:

Tabelle II. Zulässige Dauerbelastung von runden Widerstandsdrähten.

$d =$	0·5	1	1·5	2	2·5	3	
J (berechnet) = .	0·97	2·75	5	7·75	10·8	14·3	an der Luft
J (nach Versuch)*)	1·1	2·9	5·1	8	11	14·8	
J (berechnet) . .	3·7	10·5	19·4	29·6	41·5	55	unter Öl
J (nach Versuch)*)	3·9	12	17·3	33	46	60	

*) Die angegebenen Zahlen sind Mittelwerte aus den auf Grund von Versuchen aufgestellten Konstruktionstabellen dreier Firmen. Die Abweichungen von diesen Mittelwerten sind mitunter ziemlich groß und dürften auf ungenaue Messung der Temperaturen zurückzuführen sein.

Ganz beiläufig sei bemerkt, daß man bei Widerständen unter Wasser noch bedeutend höher gehen kann, und zwar sind ungefähr folgende Werte zulässig:

$d =$	1	2	3	4	5 mm,
$J =$	60	170	310	480	670 A.

Der einzige Übelstand solcher Drähte ist der, daß sie sich nach verhältnismäßig kurzer Zeit mit einer Kalkschicht bedecken, wodurch die Erwärmung stark zunimmt. Sie eignen sich daher mehr zur künstlichen Belastung von Maschinen geringer Spannung.

Beispiel 2. Es ist die zulässige Dauerbelastung von Widerstandsbändern zu bestimmen. Analog dem vorigen Falle ist

$$w = J^2 r = J^2 \varrho \frac{l}{a\, b}, \qquad a = \text{Dicke des Bandes in mm}, \quad b = \text{Breite } \text{„} \text{ } \text{„} \text{ } \text{„} \text{ } \text{„}$$

Vernachlässigt man die Abkühlungsfläche der schmalen Seiten, so wird

$$O = 20\, l \times b,$$

somit

$$T = \frac{w}{\lambda O} = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{J^2 \varrho\, l}{a\, b} \cdot \frac{1}{20\, l\, b} = \frac{\varrho\, J^2}{\lambda\, 20\, a\, b^2}$$

oder

$$J = b \sqrt{\frac{T \lambda\, 20\, a}{\varrho}}.$$

Aus zahlreichen Versuchen ergab sich $\frac{1}{\lambda} = 650$. Für $T = 150^0$ C und $\varrho = 0{\cdot}45$ ist daher ausgerechnet

$$J = 3{\cdot}2\, b \sqrt{a}.$$

Tabelle III. Zulässige Dauerbelastung von Widerstandsbändern.

Breite in mm		10	15	20	25	30	35	50
Dicke	0·3 mm	17·5 (17)	26·3 (25)	—	44 (45)	—	61 (75)	88 (100)
	0·4 „	20·2 (20)	—	40·4 (40)	—	—	—	—
	0·5 „	22·6 (22)	—	—	—	68 (65)	—	—
	0·6 „	24·8 (25)	37 (40)	50 (50)	62 (75)	—	87 (90)	100 (125)

Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf Ausführungen zweier verschiedener Firmen.

3. Künstliche Kühlung.

Reicht die natürliche Luftkühlung nicht mehr aus, so muß zur künstlichen Kühlung geschritten werden. Sieht man ab von den wassergekühlten Maschinen, über welche nur ein spärliches und wenig brauchbares Versuchsmaterial vorliegt, die übrigens auch weniger häufig zur Ausführung kommen, so sind folgende künstliche Kühlverfahren in Gebrauch:

a) **Künstliche Luftzufuhr.** Die Berechnung der erforderlichen Luftmenge ist ziemlich einfach. Dieselbe sei gleich Q in m³ pro s.

Da 1 m³ 1·293 kg wiegt und ein spezifisches Gewicht 0·273 besitzt, so werden bei einer Temperaturzunahme T_e der Luft sekundlich

$$w = Q\, 1{\cdot}293\, .\, 0{\cdot}273\, .\, 4190\, T_e = 1280\, Q\, T_e \text{ W} \quad . \quad 8)$$

abgeführt oder es ist

$$Q = \frac{w}{1280\, T_e} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9).$$

Das Mißliche an dieser sonst einwandfreien Formel ist nur das, daß man bezüglich der Temperaturzunahme T_e völlig auf Schätzung angewiesen ist und im allgemeinen die Neigung hat, dieselbe zu überschätzen. In Wirklichkeit ist T_e sehr gering, 10 bis 15° C, selten 20° C. Man wird also gut tun, die Luftmenge so reichlich zu bemessen, daß sie auch für den kleinsten Wert noch ausreicht. Will man noch ein übriges tun, so kann man ungefähr wie folgt vorgehen: Nach Ser ist die sekundlich durch die Luft abgeführte Wärmemenge

$$w = \frac{O\, T_m}{1000} \frac{(2 + 10\sqrt{v})}{3600} \cdot 4190 = \frac{O\, T_m}{430} (1 + 5\sqrt{v}) \text{ W},$$

wenn O die von der Luft bestrichene Oberfläche in cm²,

v die Luftgeschwindigkeit in m und

T_m den mittleren Temperaturunterschied zwischen Heizkörper und Luft bedeutet.

Diese Formel, auf welche bekanntlich die Heizungstechniker schwören, gibt sonderbarerweise auf Durchzugstypen angewendet, durchschnittlich viel zu hohe Werte. Bessere Übereinstimmung liefert die Formel

$$w = \frac{O\, T_m}{800} (1 + \sqrt{v}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10),$$

obwohl auch diese nur als erste Annäherung gelten kann. Tatsächlich entspricht der Koeffizient $\beta = 1$ auch besser dem früher gefundenen Werte $\beta = 0{\cdot}8$ für Armaturen. Nimmt man nämlich an, die wirkliche Luftgeschwindigkeit betrage etwa die Hälfte der Umfangsgeschwindigkeit der Armatur, was jedenfalls nicht allzuweit von der Wirklichkeit abweicht, so erhält man nach rückwärts gerechnet $\beta = 0{\cdot}7$.

Die Gleichung 10) kann uns nun dazu dienen, wenigstens roh zu beurteilen, ob die erforderliche Luftgeschwindigkeit noch innert vernünftigen Grenzen liegt. Aus 10) folgt nämlich umgekehrt

$$v = \left(\frac{800\, w}{O\, T_m} - 1\right)^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11).$$

Wir sind also in der Lage, die aus Gleichung 9) berechnete Luftmenge und damit auch T_e bis zu einem gewissen Grade zu kontrollieren. Ein Beispiel mag das Gesagte erläutern.

Beispiel. Man bestimme die erforderliche Luftmenge für einen Turbogenerator von 4000 kW 3000 Umdrehungen und folgende Daten:

Gesamter Verlust	= 260 000 W,
Eisen- und Kupferverluste	= 120 000 „

Digitized by Google

Äußerer Statordurchmesser = 160 cm,
Statorbohrung = 82 „
Eisenlänge, inklusive Luftschlitze = 135 „
„ exklusive „ = 111·2 „
Zahl der Luftschlitze = 14,
axiale Breite aller Luftschlitze inklusive der Durchgangsflächen an den beiden Stirnflächen = 83 cm.

Ferner Mantelfläche (Stator) $= 160 \cdot \pi \cdot 111{\cdot}2 =$ 56 000 cm²,

Stirnflächen $= (2 + 2 \cdot 14)(160^2 - 82^2)\frac{\pi}{4}$ = 442 500 „

Oberfläche der freien Stirnverbindungen = 210 000 „
Mantelfläche der Rotorwicklung = 30 000 „

zusammen O rund = 738 500 cm².

Mittlere Durchgangsfläche für die Luft

$$S = \frac{160 + 82}{2} \cdot \pi \cdot 83 = 31\,600 \text{ cm}^2 = 3{\cdot}16 \text{ m}^2.$$

Für eine maximale Erwärmung der Luft $T_0 = 10°$ C ist folglich nach Gleichung 9) eine Luftmenge

$$Q = \frac{120\,000}{1280 \cdot 10} = \text{rund } 9{\cdot}4 \text{ m}^3 \text{ pro s.}$$

erforderlich.

Soll ferner die maximale Temperaturzunahme T der Maschine 55° C nicht überschreiten, so wird bei einer Außentemperatur von 18° C

$$T_m = 55 - \frac{10 + 18}{2} = 41° \text{ C.}$$

Es müßte also nach Gleichung 11) die Luft eine Geschwindigkeit

$$v = \left(\frac{800 \cdot 120\,000}{738\,500 \cdot 41} - 1\right)^2 = 4{\cdot}66 \text{ m}$$

erhalten.

Dies gibt eine Luftmenge

$$Q = S\,v = 3{\cdot}16 \cdot 4{\cdot}66 = \text{rund } 14{\cdot}7 \text{ m}^3,$$

also etwas mehr als vorhin.

Das arithmetische Mittel aus beiden ist rund 12 m³. Diese Zahl entspricht pro min und verlorener kW einer Luftmenge von

$$\frac{12 \cdot 60}{120} = \text{rund } 4{\cdot}2 \text{ m}^3,$$

also ungefähr das, was man gewöhnlich rechnet.

Wie bereits bemerkt, dürfen Turbogeneratoren nur mit Luftfiltern betrieben werden. Die erforderliche Filterfläche beträgt zirka 36 m² pro m³ Luft in der s, also in unserem Falle zirka 430 m².

Der Druckverlust dieser Filter ist im allgemeinen ziemlich klein, das heißt bloß etwa 1 mm W/b, steigt aber im beschmutzten Zustande auf das 5- bis 6fache. Dazu kommt noch der Reibungswiderstand in den Kanälen der Maschine, der bedeutend höher ist und zirka 100 bis 150 mm W/h ausmacht.

b) **Ölkühlung.** Dieselbe kommt nur bei Transformatoren und Widerständen vor und besteht darin, daß man den Transformator oder Widerstand in einem mit Öl gefüllten Kasten unterbringt. Man erreicht dadurch dreierlei:

1. Steigt die elektrische Durchschlagsfestigkeit bei gleichen Abständen ungefähr auf das Doppelte.

2. Kann über die Abkühlungsfläche frei verfügt werden, indem dieselbe ausschließlich von der Kastengröße und der Form des verwendeten Wellblechprofiles abhängt.

3. Übernimmt das Öl dank seiner großen Wärmekapazität gewissermaßen die Rolle eines Wärmereservoirs, das gestattet, vorübergehend größere Wärmemengen in sich aufzunehmen.

Solche Transformatoren ertragen daher vorübergehend eine bedeutend höhere Überlastung als luftgekühlte.

Die Temperaturzunahme des Öles an der obersten Stelle ergibt sich aus der einfachen Beziehung

$$T = \frac{w}{\lambda O},$$

worin w den gesamten Verlust in Kupfer und Eisen, O die wirksame Abkühlungsfläche in cm² und λ die spezifische Wärmeleitfähigkeit bedeutet.

Bei Wellblechkasten nimmt die Abkühlungsfläche, gleiche mittlere Kastendimensionen vorausgesetzt, nicht direkt proportional mit der Länge des Wellbleches, sondern nur etwa mit der Wurzel derselben zu.

Bedeutet daher
O_g die Fläche des glatt gedachten Kastens (Umfang mal der vom Öl bespülten Höhe),
δ das Verhältnis der abgerollten Wellblechlänge zur Projektion, so ist angenähert

$$O = O_g \sqrt{\delta}.$$

Die Werte von λ ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle IV ausgeführter Öltransformatoren.

Wie man sieht, ändert sich der „spezifische Wärmewiderstand" $\frac{1}{\lambda}$ nur verhältnismäßig wenig, und zwar nimmt er mit der Größe des Transformators etwas ab. Das ist auch durchaus natürlich und hängt mit dem Auftriebe der erwärmten Luft zusammen.

Viel unsicherer ist die Berechnung der Übertemperatur der Wicklung gegenüber dem Öl. Eine erste Schwierigkeit besteht schon in der richtigen Beurteilung, nach welcher Richtung die Wärmeströmung stattfindet, ob, wie vielfach angenommen wird, ein Teil der in der Spule erzeugten Wärme an die Kerne abgegeben wird oder umgekehrt. Die Erfahrung zeigt, daß beide Richtungen vorkommen,

Tabelle IV. Daten ausgeführter Öltransformatoren.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Leistung	5	80	600	—	—	—	—	—	—
Gesamter Wattverlust	610	2 055	11 820	5 640	5 740	29 400	—	—	—
Glatte Fläche O_g cm²	6440 + 1 7890*)	23 700	83 000	59 000	41 100	151 000	—	—	—
$\frac{\text{Abgerollte Wellblechlänge}}{\text{Projektion}} = \delta$	3·6	3·6	5·8	3·82	5·58	8·75	3·64	4·82	6·92
Wirksame Fläche O cm²	14 330	45 000	200 000	115 000	97 000	447 000	—	—	—
Oberfläche pro cm²	23·5	21·9	16·9	20·4	16·9	15·2	18·7	18·2	17·64
Max. Temperaturzunahme des Öles T	42	43	49	50	50·5	51	50	50	50
Ausgerechneter Wert von $\frac{1}{\lambda}$	990	942	830	1 020	854	775	935	910	882

*) Von diesen sind nur 7890 cm² gewellt.

Anmerkung. Von den obigen Angaben beziehen sich Nr. 1 bis 3 auf Ausführungen der Firma Brown Boveri & Cie, Nr. 4 bis 6 auf Ausführungen der Maschinenfabrik Oerlikon. Die Daten der letzten drei Kolonnen sind dem Werke von Arnold, Wechselstromtechnik, Bd. II, entnommen.

Digitized by Google

was sich auch mit der Theorie deckt*). Auf die etwas umständliche Rechnung soll hier verzichtet werden, zumal sich bei allen derartigen Rechnungen das persönliche Gefühl nicht völlig ausschalten läßt. Immerhin scheint aus der Nachprüfung einer Anzahl ausgeführter Transformatoren so viel hervorzugehen, daß der Wärmestrom zwischen Wicklung und Eisen verhältnismäßig gering ist und in der Mehrzahl der Fälle die Richtung Eisen-Wicklung hat. Infolgedessen kommt als Abkühlungsfläche der Spulen nur die äußere Mantelfläche, die beiden Stirnflächen und etwa die Hälfte der inneren Seitenflächen, soweit sie vom Öl bespült sind, in Betracht. Dieser Abzug ist deshalb gerechtfertigt, weil die Ölzirkulation zwischen den Spulen naturgemäß geringer als außen ist. Die zwischen den Spulen angebrachten Distanzstücke sind nicht in Abzug zu bringen, da das Holz die Wärme gerade so gut oder so schlecht wie Öl leitet. Als Verlust gilt der reine Kupferverlust in den Spulen.

Man beachte ferner, daß die Wärme nicht unmittelbar vom Kupfer an das Öl übergeht, sondern zuerst den inneren „Wärmewiderstand" der Spule zu überwinden hat, der ziemlich groß ist. Angenähert kann man für umbandelte Wicklungen aus isolierten Drähten

$$\frac{1}{\lambda} = 160 - 200,$$

für nichtumbandelte Wicklungen aus isolierten Flachdrähten

$$\frac{1}{\lambda} = 80 - 100,$$

für Wicklungen aus blanken Bändern

$$\frac{1}{\lambda} = 50 - 60$$

setzen.

Einige Beispiele mögen das Gesagte erläutern.

(Schluß folgt.)

*) Der Rechnungsgang ist ähnlich demjenigen bei der Bestimmung des Spannungsabfalles und läßt sich ungefähr durch das Schema Abb. 1 veranschaulichen, worin w_w, w_k und w_j die Verluste in der Wicklung, im Eisenkern und Joch, r, r_1, r_2, r_3 die Wärmewiderstände, das heißt die reziproken Werte der Wärmeleitfähigkeiten und T_u, T_o die Temperaturen im Öl unten und oben darstellen. Als einzige Unbekannte treten hier die Wärmeströme w_1, w_2, w_3 auf, die sich aus der Überlegung ergeben, daß

1. ihre Summe gleich w_k sein muß,

2. die algebraische Summe der Temperaturgefälle von irgendeinem Punkte, zum Beispiel u, bis zu irgendeinem zweiten Punkte, zum Beispiel w_k, die gleiche sein muß, auf welchem Wege wir dahin gelangen. Dabei bleibt es sich gleich, welche Pfeilrichtung man einzeichnet, da die wahre Richtung am Schlusse der Rechnung aus dem Vorzeichen sich ergibt.

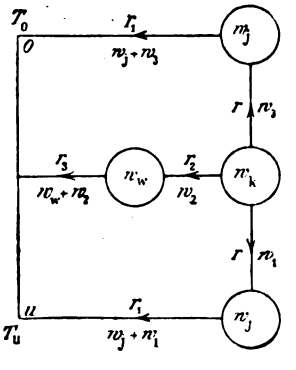


Abb. 1.

Fehlerortsmessungen an unterbrochenen Drehstromkabeln.

Von L. Lewin, Zaborze.

Übersicht: Es wird auf eine Fehlerquelle bei Fehlerortsmessungen an unterbrochenen Mehrleiterkabeln aufmerksam gemacht, Mittel zur Beseitigung derselben angegeben und die Größe des Fehlers für Drehstromkabel bestimmt.

Sind in einem Mehrleiterkabel — meistens in einer Verbindungsmuffe — eine oder mehrere Adern unterbrochen, so wird bekanntlich der Fehlerort durch Vergleich der Kapazitäten oder der Ladungs- bezw. Entladungsausschläge der einzelnen Adern bestimmt. Es wird dabei die Formel benutzt

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{x}{l} \text{ bezw. } x = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} l \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1),$$

wenn noch eine nicht unterbrochene Ader oder ein gleiches Kabel von bekannter Länge zur Verfügung steht, oder die Formel

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{x}{l - x} \text{ bezw. } x = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} l \quad . \quad . \quad . \quad 2),$$

wenn die Messung von beiden Enden des gerissenen Kabels aus erfolgen muß. Diese Formeln ergeben gute Resultate ohne weiteres nur dann, wenn in den beiden Teilstücken des Kabels alle Adern noch genügende Isolation gegen Erde aufweisen. Es kommt aber sehr oft vor, daß im Moment der Unterbrechung der zweiten Phase eines Drehstromkabels der dabei entstehende Lichtbogen die Ader zum Schmelzen bringt oder die Masse verkohlt, wodurch Erdschluß einer oder mehrerer Adern in einem oder in beiden Teilstücken erfolgt. In diesem Falle sind die Formeln 1) und 2) nur dann richtig, wenn in beiden Teilstücken die gleiche Anzahl Adern — selbstverständlich bis auf eine, die gute Isolation haben muß — Erdschluß zeigt (Abb. 1 und 1a).

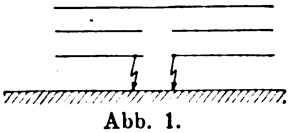


Abb. 1.

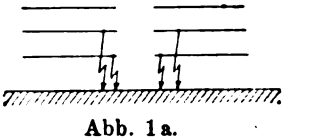


Abb. 1a.

Ist dagegen diese Anzahl verschieden (Abb. 2 und 2a), so ist die Kapazität pro Längeneinheit auf der Strecke AB eine andere als auf der Strecke BC. Die

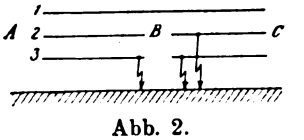


Abb. 2.

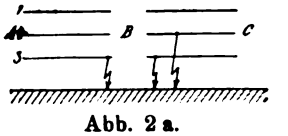


Abb. 2a.

Ladeströme verlaufen bei Ladung der Ader 1 bei guter Isolation der beiden anderen Adern (Abb. 3) anders, als wenn Ader 2 Erdschluß hat (Abb. 3a). In

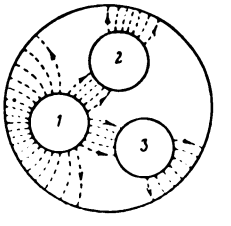


Abb. 3.

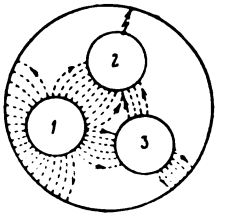


Abb. 3a.

Abb. 2 und 2a sind daher die Längen AB und BC nicht dem Ladungs- oder Entladungsausschlägen proportional. Um diese Proportionalität wieder herzu-

Digitized by Google

stellen, ist es erforderlich, in beiden Teilstücken die Anzahl der mit Erdschluß behafteten Adern künstlich einander gleich zu machen. Wird, zum Beispiel, in Abb. 2 von A aus gemessen, so ist hier während der Messung an Ader 1 auch Ader 2 und während der Messung an Ader 2 auch Ader 1 zu erden. Im Falle der Abb. 2a, beim Messen von A aus, ist dort auch eine der erdschlußfreien Adern zu erden. Zu empfehlen wäre noch, die unsicheren und oft ziemlich hohen Widerstände der Fehlererden bei B durch gute Erdung der betreffenden Adern an den Endverschlüssen A und C auf einen festen niedrigen Wert zu bringen.

Im folgenden soll die Größe des Fehlers bei der Rechnung mit den Formeln 1) und 2) für einige Fälle festgestellt werden.

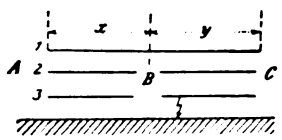


Abb. 4.

Abb 4a.

1. Fall: Es sei c die Kapazität einer Ader gegen Erde bei guter Isolation der beiden anderen Adern und c' desgleichen, wenn eine oder beide der letzteren Erdschluß haben (Abb. 4). Es sind dann die Ladungs- bezw. Entladungsausschläge α_1 und α_2 proportional den Kapazitäten C_1 und C_2 der Adern 1 und 2.

Es ist bei der Messung von A aus:

$$C_1 = c\,x + (l - x)\,c'.$$

Es sei

$$c' = a\,c \quad \ldots \quad 3).$$

Dann ist

$$C_1 = c\,[x + (l - x)\,a],$$

$$C_2 = c\,x.$$

Es ist daher

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{x}{x + a\,(l - x)} = \frac{x}{a\,l - x\,(a - l)}.$$

Dieser Ausdruck in Gleichung 1) eingesetzt, ergibt:

$$x = \frac{x}{a\,l - x\,(a - 1)}\,.\,l.$$

Beim Rechnen nach Gleichung 1) entsteht demnach ein Fehler:

$$f = \frac{\frac{x\,l}{a\,l - x\,(a - 1)}}{x} - 1 = \frac{l}{a\,l - x\,(a - 1)} - 1.$$

Es sei nun

$$x = p\,l.$$

Daraus

$$f = \frac{1}{a - p\,(a - 1)} - 1$$

oder in Prozenten von x ausgedrückt:

$$f = 100\left(\frac{1}{a - p\,(a - 1)} - 1\right) \quad \ldots \quad 4).$$

Bei

$$p = 0$$

ist

$$f = 100\left(\frac{1}{a} - 1\right) \quad \ldots \quad 4a)$$

und für

$$p = 1$$

ist

$$f = 0 \quad \ldots \quad 4b).$$

Die absolute Größe des Fehlers in m ist

$$F = \frac{f}{100}\,x = \frac{f}{100}\,p\,l \quad \ldots \quad 5).$$

In diese Gleichung den Wert für f aus Gleichung 4) eingesetzt, ergibt

$$F = \left(\frac{1}{a - p\,(a - 1)} - 1\right) p\,l \text{ in m} \quad \ldots \quad 5a)$$

oder

$$F = 100\left(\frac{1}{a - p\,(a - 1)} - 1\right) p\ \%\text{ von } l \quad \ldots \quad 5b).$$

Es soll nun festgestellt werden, bei welchem Wert von x, also auch von p, F ein Maximum ist.

Es ist

$$\frac{d\,F}{d\,p} = \frac{l\,(a - 1)\,[2\,p\,a - a - p^2\,(a - 1)]}{[a - p\,(a - 1)]^2} = 0.$$

Daraus

$$p = \frac{a - \sqrt{a}}{a - 1} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{a} + 1}.$$

Dieser Wert von p in Gleichung 4) eingesetzt, gibt den entsprechenden Wert von f, nämlich:

$$f = 100\left(\frac{1}{\sqrt{a}} - 1\right)$$

und daraus

$$F_{max} = \frac{1 - \sqrt{a}}{1 + \sqrt{a}}\,l \text{ in m} \quad \ldots \quad 6)$$

bezw.

$$F_{max} = 100\,\frac{1 - \sqrt{a}}{1 + \sqrt{a}}\,\% \quad \ldots \quad 6a)$$

in Prozenten der Kabellänge l.

Wird von B aus gemessen, so erhält man:

$$f' = 100\left(\frac{a}{1 + p'\,(a - 1)} - 1\right)\% \quad \ldots \quad 7),$$

wo

$$p' = \frac{y}{l} \quad \ldots \quad 8)$$

ist.

Für

$$p' = 0$$

ist

$$f' = 100\,(a - 1)\,\% \quad \ldots \quad 7a)$$

und für

$$p' = 1$$

ist

$$f' = 0.$$

Ähnlich ergibt sich

$$F' = 100\left(\frac{a}{1 + p'\,(a - 1)} - 1\right) p'\,\%\text{ von } l \quad \ldots \quad 9)$$

und

$$\frac{d\,F'}{d\,p'} = \frac{a}{[1 + p'\,(a - 1)]^2}\,[1 - 2\,p - p^2\,(a - 1)],$$

wonach F' ein Maximum wird bei

$$p' = \frac{1}{\sqrt{a} + 1}$$

entsprechend

$$f' = 100\,(\sqrt{a} - 1)\,\%\text{ von } y,$$

so daß

$$F'_{max} = 100\,\frac{\sqrt{a} - 1}{\sqrt{a} + 1}\,\%\text{ von } l \quad \ldots \quad 9a).$$

Sowohl aus

$$F_{max} + F'_{max} = \frac{1 - \sqrt{a}}{1 + \sqrt{a}} + \frac{\sqrt{a} - 1}{\sqrt{a} + 1} = 0.$$

Digitized by Google

als auch aus

$$F = F' = \left[\frac{1}{a - p\,(a-1)} - 1\right] p + \left[\frac{\alpha}{1 + p'\,(a-1)} - 1\right] p' = \left[\frac{1}{a - p\,(a-1)} - 1\right] p + \left[\frac{a}{1 + (1-p)\,(a-1)} - 1\right] (1-p) = 0$$

folgt, daß bei der Messung von beiden Enden aus sich derselbe falsche Punkt ergibt.

2. Fall. Es seien alle drei Adern gerissen, wobei im Teilstück AB weniger Adern Erdschluß haben als in BC (Abb. 4a). Es muß hier von beiden Enden des Kabels aus gemessen werden. Es soll zuerst von A aus gerechnet werden. Die Kapazitäten der beiden Teilstücke AB und BC C_2 und C_1 sind:

$$C_2 = x\,c,$$
$$C_1 = (l-x)\,c' = (l-x)\,\alpha\,c,$$
$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{x}{a\,(l-x)},$$

woraus

$$x = \frac{a\,\alpha_2}{a\,\alpha_2 + \alpha_1}\,.\,l.$$

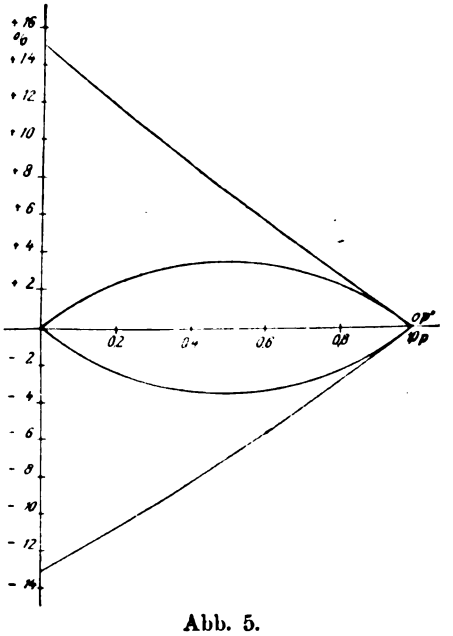


Abb. 5.

Rechnet man nach Gleichung 2), so entsteht ein Fehler

$$f = 100\left(\frac{l}{x + a\,(l-x)} - 1\right)$$

oder bei

$$x = p\,l,$$
$$f = 100\left(\frac{1}{a - p\,(a-1)}\right)\%,$$

also derselbe Wert wie in Gleichung 4) für Fall 1.

Desgleichen erhält man bei weiterer Rechnung dieselben Werte von F, f' und F'.

Beispiel. An einem Hochspannungskabel von 3×120 mm² wurde gemessen

$c = 0{\cdot}31$ µF

$c' = 0{\cdot}356$ µF (zwei Adern geerdet).

Nach Gleichung 3) ist

$$c' = a\,c,$$
$$a = \frac{c'}{c} = 1{\cdot}15.$$

Gleichung 4a) ergibt den oberen Grenzwert von f bei $p = 0$

$$f = 100\left(\frac{1}{a} - 1\right) = 100\left(\frac{1}{1{\cdot}15} - 1\right) = -13\%.$$

Die Änderung von f in Abhängigkeit von x, also auch von p, zeigen die Geraden $f = \varphi(p)$ in Abb. 5. So ist für

$$p = 0{\cdot}4,$$

das heißt für

$$x = 0{\cdot}4\,l$$
$$f = -8{\cdot}3\%.$$

Also bei einem Fernleitungskabel von 10 km Länge „verhaut" man sich in diesem Falle bei der Rechnung nach Gleichung 1) um

$$F = -\frac{8{\cdot}3}{100}\,.\,0{\cdot}4\,.\,10\,000 = -332 \text{ m}.$$

F in % von l ergibt nach Gleichung 5b)

$$F = 100\left(\frac{1}{1{\cdot}15 - 0{\cdot}4\,.\,0{\cdot}15} - 1\right) 0{\cdot}4 = -3{\cdot}32\% \text{ von } l.$$

Den Höchstwert erreicht F nach Gleichung 6a)

$$F_{max} = 100\,\frac{1 - \sqrt{1{\cdot}15}}{1 + \sqrt{1{\cdot}15}} = -3{\cdot}49\% \text{ von } l$$

oder

$$F_{max} = -349 \text{ m}.$$

Bei der Messung von C aus hat man nach Gleichung 9a)

$$F'_{max} = 100\,\frac{\sqrt{1{\cdot}15} - 1}{\sqrt{1{\cdot}15} + 1} = +3{\cdot}49\%$$

und

$$F_{max} + F'_{max} = 0,$$

das heißt, das erste Mal mißt man 349 m zu kurz, das andere Mal ebensoviel zuweit, man mißt auf denselben falschen Punkt.

Abb. 5 zeigt auch in den beiden Kurvenstücken die Werte von F und F' für obiges Kabel.

Die Abhängigkeit von f und F von a bei verschiedenen Werten von p zeigt Abb. 6. Die Fehler wachsen mit steigendem a, also auch mit dem Querschnitt des Kabels, da a um so größer wird, je stärker das Kabel ist.

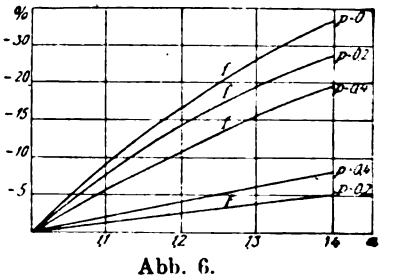


Abb. 6.

Schlußbemerkung.

Haben im Teilstück BC alle drei Adern Erdschluß im Gegensatz zu AB, so erfolgt bekanntlich die Fehlerortsbestimmung durch Messung der Kapazität an einer erdschlußfreien Ader in AB und Vergleich des gefundenen Wertes mit der aus dem Prüfprotokoll des Kabels bekannten kilometrischen Kapazität nach der Gleichung

$$x = \frac{C}{c}.$$

Wie wir aber gesehen haben, ist c verschieden, je nachdem ob alle Adern erdschlußfrei sind oder eine oder zwei Erdschluß haben. Es wäre daher zu begrüßen, wenn die Kabelfabriken im Prüfprotokoll alle drei Werte von c, nämlich

c_1, wenn alle drei Adern frei sind,

c_2, wenn eine Ader Erdschluß hat und

c_3, wenn zwei Adern Erdschluß haben,

angeben würden.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Über das Anwachsen des Elektrizitätsverbrauches in Deutschland in den letzten Jahren gibt G. Dettmar einige bemerkenswerte Zahlen an. Seit Kriegsbeginn war man bestrebt, den Handbetrieb in den Fabriken immer mehr durch maschinellen Betrieb zu ersetzen und hat daher den Anschluß an die Elektrizitätswerke gesucht. Den im Jahre 1909 in den Elektrizitätswerken insgesamt erzeugten 1·5 Milliarden kWh stehen 1913 schon 5·1 Milliarden und 1917 bei 10 Milliarden kWh gegenüber, die Erzeugung hat sich also in 8 Jahren versechsfacht. Während vor 25 Jahren die Werke fast ausschließlich Lichtstrom abgaben, ist im Laufe der Zeit die Kraftstromabgabe stetig gestiegen. 1895 entfielen 80% der erzeugten kWh auf Lichtstrom, 1905 nur mehr 41%, 1915 nur 10% und heute dienen nur 8% der erzeugten kWh zur Speisung von Lampen. Am sichtlichsten ist dieser Umschwung im Elektrizitätswerk der Stadt Düsseldorf zu erkennen. Während 1894 nur 5565 kWh für Kraft gegen 0·385 Mill. kWh für Licht abgegeben wurden, sind 1912 6·606 Mill. kWh und 1916 nur mehr 6·344 Mill. kWh für Lichtstrom erzeugt worden. In diesem Zeitraum ist aber die Kraftstromabgabe von 16·276 auf 47·508 Mill. kWh gestiegen. Die gleichbleibende Lichtstromabgabe rührt keineswegs von einem Stillstand in der Anschlußbewegung, sondern von der ausgebreiteteren Verwendung stromsparender Lampen her. (E. T. Z. 39, Heft 8.)

Die höchstgelegene Kraftübertragungsanlage der Welt. J. H. Stokes. Die Kupferschmelze in Casapalca (Peru) hat etwas unterhalb des Ortes bei Bellavista am Rio Rimac eine kleine Wasserkraftanlage errichtet, die ein Gefälle von 75 m in drei mit Drehstromgeneratoren zu je 750 kW, 2000 V, 60 Per/s gekuppelten Impulsrädern ausnutzt. Die Spannung wird in drei wassergekühlten Transformatoren auf 10 000 V erhöht. Die Fernleitung ist an Eisenrohrmasten in 45 m Spannweite angebracht, eine Telephonlinie mit Erdrückleitung ist auf einer besonderen Mastenreihe in 75 m Abstand montiert. In Casapalca arbeitet die frühere kleine Anlage mit zwei 150 kW-Peltonrädersätzen in das Netz über 440/10 000 V-Transformatoren. Dort ist auch eine Unterstation mit 440 V Niederspannung eingestellt für Gebläsemotoren, Windwerke und sonstige Motoren sowie ein 100 kW-Motorgenerator, der Gleichstrom für eine Förderlokomotive und einige Hilfsmotoren liefert. In zwei 500 kW-Transformatoren wird die Spannung auf 2000 V erniedrigt für zwei 725 PS-Synchronmotoren, die mit 90 U. p. min Gebläsemaschinen für die Konverter antreiben. In einer zweiten Unterstation wird die Spannung auf 20 000 V erhöht; von dort führt eine Fernleitung über den Kamm der Anden bei Cintacona, 4800 m hoch, nach Ticlio, der höchsten Eisenbahnstation der Welt, und steigt dann abwärts nach Morococha, 4500 m hoch, wo die Gesellschaft ebenfalls eine Kupferschmelze betreibt. In Bellavista, in der Unterstation Casapalca, ferner am höchsten Punkt der Leitung und in der Mitte derselben sind Hörnerblitzableiter in Stern-Dreieckschaltung vorgesehen. (Gen. El. Rev. 20, Oktober 1917.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Neuere Ausführungsformen von Schaltwänden der A. E. G. beschreibt H. Probst. Als Meß- und Betätigungstafel dient die Stirnwand des Maschinenhauses. Die Hochspannungsapparate werden in einem Anbau außerhalb des Maschinenhauses untergebracht und das zur Bedienung erforderliche Antriebsgestänge und die Meßleitungen werden durch Löcher in der zwei Stein starken Stirnwand hindurchgeführt.*) Eine etwa auftretende Explosion des Ölschalters gefährdet durch diese Aufstellung weniger das Personal des Maschinenhauses. Die Meßinstrumente, deren Gehäuse ohnedies geerdet sein müssen, werden direkt an der Mauer befestigt. Die Wandfläche wird durch Zierleisten den verschiedenen Stromkreisen entsprechend unterteilt und sauber geglättet. Eventuell wird sie mit glasierten Steinen belegt, die ihr das Aussehen einer Marmorwand geben und eine leichte Reinigung ermöglichen. Anstelle der Teilungsleisten in den Feldern aus Messing oder Eisen können Reihen dunkler Steine eingesetzt werden. Es wird eine Anzahl von derart ausgeführten Schaltwänden im Bilde vorgeführt. (A. E. G.-Mitteilg. 14, Nr. 3.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 181.

Meßapparate und Meßmethoden.

Magnetometer mit Wehnelt-Kathodenstrahlenrohr. C. T. Knipp und L. A. Welo geben ein Verfahren und einen Apparat zur Bestimmung der Horizontalintensität des erdmagnetischen Feldes an, das sich auf die Ablenkung der Kathodenstrahlen durch ein magnetisches Feld stützt. Die Messung kann absolut erfolgen oder durch einen Vergleich mit der durch das Feld einer Spule bewirkten Ablenkung. Die Entladungsröhre besteht aus einem Glasrohr von 40 cm Länge und 12 cm Durchmesser, unten durch eine Messing-, oben durch eine Glasplatte abgeschlossen. Die Röhre kann um eine koachsiale Messingröhre, auf die sich eine das Glasrohr tragende Platte aufsetzt, gedreht werden und die jeweilige Stellung läßt sich mittels Zeiger an einem Gradbogen ablesen. Durch das Messingrohr hindurch ist ein das Innere des Entladungsrohres mit einer Gaede-Pumpe verbindendes Glasröhrchen gesteckt; durch dieses führt die Zuleitung vom + Pol einer Hochspannungsbatterie (1000 V) zur ringförmigen Anode des Entladungsrohres. Oberhalb derselben, durch einen Glimmerschirm getrennt, ist die Kathode angebracht und durch einen Doppelschliff von außen befestigt. Sie enthält einen Kalziumoxydfleck von 0·2 mm Durchmesser auf einem elektrisch geheizten Platinstreifen. Die Stromzuführung von der Heizbatterie erfolgt über Quecksilberrinnen der vorgenannten drehbaren Platte. Am oberen Ende des Entladungsrohres ist eine photographische Platte in einer Kassette untergebracht, deren Aluminiumdeckel von außen geöffnet werden kann. Eine das zusätzliche, bekannte Magnetfeld liefernde Spule besteht aus sechs Drahtwindungen auf einem Holzrahmen, der vertikal auf Drehzapfen lagert; die jeweilige Stellung ist mittels Zeiger abzulesen. Nachdem die Röhre evakuiert und die Kathode geheizt ist, wird von dem glühenden Fleck durch 5 bis 10 s Exposition ein Bild auf der Platte entworfen, das vom Zentrum des Plattenhalters abweicht. Dann wird die Spule eingeschaltet, die die Ablenkung vergrößert und eine neue Aufnahme des Lichtflecks gemacht. Man verdreht die Röhre um 180° und macht in gleicher Weise zwei Aufnahmen, somit ergeben sich vier Bildpunkte, von denen die beiden inneren die doppelte Ablenkung durch das Erdfeld, die beiden äußeren die doppelte Ablenkung durch Erdfeld und Spulenfeld zeigen. Aus der Größe der Ablenkungen, dem Abstand der Platte von der Kathode, dem Abstand der Spulenmitte von letzterer, dem Spulenradius und der Windungszahl läßt sich die Stärke des Erdfeldes ermitteln. Die Berechnung, für die Formeln angegeben werden, hat Werte für $H = 0{\cdot}1548$ bis $0{\cdot}1602$ ergeben.

(Z. f. Instrumentenkunde 37, Nr. 12 nach Phil. Mag.)

Elektrische Beleuchtung.

Elektrische Signal- und Weichenbeleuchtung.*) W. Schaffer. In den Stationsanlagen der Strecke Frutigen-Brig ist die elektrische Signalbeleuchtung eingeführt worden, weil man dabei an Personal sparen kann; außer den Signalen hat man auch die Weichen zwischen Thun und Spiez elektrisch beleuchtet, durch den Mangel an Petroleum dazu veranlaßt. Auf der erstgenannten Strecke wird für diesen Zweck der Fahrleitungsstrom, 15 000 V Wechselstrom, auf 100 V herabgesetzt, damit ein Umformer betrieben, der eine Batterie speist; von dieser aus werden die Lampen versorgt. An anderen Orten sind die Lampen an das Beleuchtungsnetz mit 125 V Wechselstrom der Bernischen Kraftwerke angeschlossen, oder sie werden von einer Batterie gespeist, die von einem an die genannte Kraftquelle angeschlossenen Umformersatz geladen wird. Die Einfahr-, Vor- und Durchfahrsignale sind an einen Schalter, die Ausfahrsignale und Weichen an einen oder zwei andere angelegt. Die Spannungsüberprüfung erfolgt durch ein Voltmeter. Der Stromkreis zu den parallelgeschalteten Lampen wird über einen Lampenzähler, ein Kontrollrelais und Wecker geführt; letzterer wird bei Unterbrechung in den Lampen durch das Relais eingeschaltet, dies wird am Fenster des Kontrollapparates angezeigt, der Lampenzähler gibt dann die Zahl der unterbrochenen Lampen an. Schalter und Prüfapparate sind an einer unmittelbar beim Stellwerk angeordneten Schalttafel untergebracht; von dort aus führen Kabel zu Verteilungspunkten, von denen die Leitungen zu den Lampen abzweigen. Bei den Signalmasten ist die Einrichtung wie folgt getroffen: Von einem Anschlußkasten am Fuße des Mastes, wo das Kabel mit den hochzuführenden isolierten Drähten verbunden ist, wird die Zuleitung in einem Panzerschlauch zur Laterne geführt, wo sie in einem Steckkontakt endet. In der Laterne sind zwei Lampen zu je 10 NK bei 0·15 A mit je zwei Leuchtfäden angeordnet; ist ein Faden unterbrochen, so brennt der zweite weiter. Die Fassung ruht auf einem Schlitten, in den eine Reservepetroleumlampe an Stelle der Glühlampen eingeschoben werden kann. Bei der Weichenbeleuchtung wurde die Lampe feststehend angeordnet und das Zuleitungsgummikabel in einem feststehenden Rohr hochgeführt bis zu einer Sicherung; die elektrische Lampe steht auf dem Kabelrohr fest und die Stellvorrichtung dreht sich mit dem Laternengehäuse bei der Umstellung um 90°. Von den 10 NK-Lampen wird man auf 5 bis 8 NK heruntergehen, die ein besseres Bild liefern. Swanfassungen und federnde Aufhängung sichern die Lampen gegen Erschütterungen. Versagt die Lampe, so wird in die Swanfassung ein Kerzenhalter mit einer Kerze eingesteckt.

Die Anlagekosten stellen sich (1916) bei einer Station mit 20 Laternen auf Fr. 300 pro Laterne. Bei Petroleumbeleuchtung stellte sich der Betrieb pro Lampe und Jahr auf Fr. 51, Petroleum zu 20 cts. pro 1 kg angenommen, einschließlich Bedienung, Docht und Brennerersatz. Die elektrische Beleuchtung kostet bei 30 cts. pro kWh Fr. 9 an Strom, Fr. 1 an Ersatz für die Lampe, Fr. 30 auf Verzinsung und Abschreibung, zusammen also auf Fr. 40 pro Lampe und Jahr, das macht 78% der Kosten der Petroleumbeleuchtung bei 20 cts. pro 1 kg und 40% bei 70 cts. pro 1 kg Petroleum.

*) Vgl. E. u. M.

Digitized by Google

Der Betrieb hat sich außerordentlich gut bewährt, ein Lampenersatz ist äußerst selten notwentig, hingegen sind die Signallichter bei stürmischem Wetter absolut sicher und es läßt sich die Lampe von der Station überwachen. (Schweiz. Bauz., Bd. 71, Nr. 12.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Akkumulatorenlokomotiven für die Förderarbeiten beim Ausbau des zweiten Simplontunnels. F. Rothpletz und C. Andreae. Für die Nordseite sind eine Lokomotive der A. E. G. und zwei von der Maschinenfabrik Oerlikon schon 1914 zur Förderung der Materialzüge in Verwendung genommen worden. Die Lokomotive soll in fünf Pendelfahrten in 18h täglich rund 200 t über 10 km bei 2‰ Steigung führen können, später soll durch Änderung des Vorgeleges die Lokomotive für den Rangierdienst verwendet werden. Die beiden Achsen werden von zwei gekapselten Gleichstrom-Reihenmotoren für 500 V mittelst Stirnrädervorgelege angetrieben. Die normale Stundenleistung der beiden Motoren ist 200 PS. Sie erhalten zwei Batterien mit 85 kWh Kapazität bei einstündiger und 124 kWh bei dreistündiger Entladung. Zum Laden dient eine Umformergruppe der M. Ö. aus einem 240 PS-Drehstrommotor, 3200 V, 16⅔ Per./s in direkter Kupplung mit zwei Gleichstromgeneratoren für 80 kW, 175 bis 400 V, 975 U. p. m bestehend.
(Schweiz. Bauz. 71, Nr. 11.)

Elektrische Apparate.

Elektrisches Verfahren zur Bekämpfung des Hüttenrauches. C. Schiffner macht Mitteilungen über einige neuere Verfahren zur Behandlung des Hüttenrauches, so den Thiogenprozeß von Young, welcher die in den Röstgasen enthaltene schweflige Säure durch Kohle zu Schwefel reduziert und den Prozeß von Hall, wobei die Röstung selbst so geleitet wird, daß der Schwefel in elementarem Zustande entweicht. Beide Prozesse befinden sich im Versuchsstadium und es wird überhaupt nichts Näheres über sie verlautet. Dagegen bildet das elektrische Verfahren von Cottrell*) eine wertvolle Bereicherung des Hüttenwesens. Gelegentlich der hiemit vorgenommenen Versuche an der Bergakademie Freiberg tauchte der Gedanke auf, ob es nicht möglich wäre, auch gasförmige Bestandteile des Hüttenrauchs, insbesondere SO_2 in der Weise zu entfernen, daß man sie von Wassertröpfchen absorbieren läßt und die sauren Nebel dann durch hochgespannten Gleichstrom niederschlägt. Die Versuche wurden mit wechselnder Geschwindigkeit des Luftstromes, mit wechselnden Gehalten an SO_2 und mit verschiedener Spannung angestellt. Die Menge der entfernten SO_2 schwankt zwischen 0 und 38%. Bei versuchter Übersättigung des Gasluftstromes mit Wasser durch Einblasen von Dampf schwankte die niederschlagbare SO_2-Menge zwischen 9 und 53%. Bei Benutzung eines Friedrichschen Naßventilators zur Anfeuchtung der Gase war das Ergebnis noch schlechter. Bei allen diesen Versuchen ergab sich ein Übelstand insofern, als die Isolatoren in der elektrischen Niederschlagskammer rasch feucht wurden. Man konnte daher nicht mit Spannungen bis 30 000 V arbeiten, ohne sichtbare Entladungen oder Kurzschluß hervorzurufen, sondern mußte bis auf 15 000 V herabgehen. Verfasser meint, daß durch die elektrische Ladung die mit SO_2 beladenen Wassertröpfchen mit großer Gewalt auf die Wand der Niederschlagskammer geschleudert werden, wodurch das absorbierte SO_2 wieder ausgeschüttelt und gasförmig mit dem Luftstrom fortgeführt wird. Die Versuche haben also ein negatives Ergebnis geliefert. Hiemit im Einklang stehen Beobachtungen, welche bei der Prüfung des Cottrellprozesses auf der Kupferhütte in Coram (Kalifornien) gemacht worden sind.
(Metall u. Erz, Heft 2, 1918.)

Telegraphie und Telephonie.

Fernschaltrelais in Telephonanlagen. Der Telephondienst in Frankreich soll durch Einführung eines neuen Relais, „relais de coupure à distance" genannt, bei längeren Fernlinien eine Verbesserung erfahren. In dieser Absicht wurde von der französischen Post- und Telegraphenverwaltung ein Konkurs zwecks Konstruktion eines solchen Relais ausgeschrieben. Es sollen nämlich die im Ortsrayon größerer Städte zum Anschlusse der Fernzentralen an längere Fernlinien benutzten, meist einige Kilometer langen Kabelstrecken nur je nach Bedarf eingeschaltet werden können, sonst aber mit Ausschaltung der Kabelstrecken durch das Relais die Fernlinien direkte Verbindung erhalten und oberirdisch fortlaufen, um schädliche Einflüsse mehrerer Kabelstrecken auf die Sprechverständigung aufzuheben. Das oder die Relais, wenn mehrere Fernlinien in Frage kommen, sollen eine bestimmte Größe (15 : 10 : 8 cm) nicht überschreiten, höchstens 4 km von der Fernzentrale entfernt und von da aus betätigt, in einem geschlossenen Kästchen oder Häuschen, geschützt gegen äußere Einflüsse, untergebracht sein. Von der erst im Jahre 1916 neu geschaffenen technischen Studienabteilung der höheren Post- und Telegraphenschule, Paris, sind bereits verschiedene auf Grund der Konkursbedingungen konstruierte Relaistypen auf ihre Verwendungsfähigkeit eingehend geprüft und versucht worden. Der am besten den gestellten Bedingungen entsprechende Apparat hat die Gestalt eines Gesprächszählers in der bescheidenen Größe 10 : 8 : 14 cm und läßt sich leicht in einem Kästchen montieren; der Anker des Elektromagneten trägt einen Haken, der durch Vermittlung eines Sperrades die Drehung einer Welle bewirkt. Das zur Verwendung angenommene Relais hat einen Widerstand von 615 Ω und soll durch eine Batterie von 60 V und bei 60 mA betätigt werden. In der Ruhelage hat das Relais die direkte Verbindung zwischen den betreffenden Linienabschnitten herzustellen, dagegen im Bedarfsfalle in die Arbeitsstellung gebracht die Verbindung über die Fernzentrale auf den beiderseitigen Anschlußleitungen, deren jede einen Widerstand von 100 Ω nicht überschreiten soll. Durch den ersten Stromimpuls wird es aus der Ruhe- in die Arbeitslage gebracht und auf den folgenden Impuls wieder zurück in die Ruhelage. (In Bayern bestehen ähnliche Einrichtungen bereits seit mehreren Jahren; in Österreich sind längere Fernlinien durchaus oberirdisch geführt ohne Benutzung von Kabelstrecken in größeren Ortsnetzen. D. B.)
(Journal télégr. Nr. 1, 1918.) *H. v. H.*

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Kadmium als Rostschutzüberzug wird von K. Richter empfohlen. Um galvanische Kadmiumüberzüge herzustellen, werden 32 g Kadmiumchlorid oder die entsprechende Menge eines anderen Kadmiumsalzes in etwa 0·5 l Wasser gelöst und mit Sodalösung das Kadmiumkarbonat ausgefällt. Der gut ausgewaschene Niederschlag wird in noch feuchtem Zustande zusammen mit 50 g Zyankalium in 1 l Wasser gelöst. Bei Benutzung von Kadmiumanoden wird das so hergestellte Bad bei etwa 40° und bei 4 bis 5 V Badspannung verwendet. Das Kadmiumniederschlag, der hiedurch erzielt wird, hat zinnweiße Farbe, ist aber härter als Zinn.
(Z. V. D. I., Heft 12, 1918.)

Silbervoltameter und das elektrochemische Äquivalent des Silbers. W. M. Bovard und G. A. Hulett beschreiben eine besondere Form von Voltameter, mit dem sie vergleichende Bestimmungen über die Menge des an der Anode gelösten und an der Kathode niedergeschlagenen Silbers durchgeführt haben. Bei der Berücksichtigung der Einschlüsse ergab sich zwischen Anodenverlust und Kathodenniederschlag eine Übereinstimmung bis auf 7 : 100 000 Teilen. Mittels eines anderen verbesserten Voltameters wurde die Menge der Einschlüsse im Silberniederschlag ermittelt. In den Niederschlägen eines Platinbechervoltameters wurden Einschlüsse im Betrage von 6·7 T. auf 100 000 gefunden. Korrigiert man den bisher angenommenen Wert des elektrochemischen Silberäquivalents entsprechend, so erhält man für dieses den Wert 1·11798 mg/Coulomb. Die Einschlüsse in den Niederschlägen auf Silber sind bis auf 0·00001 ebenso groß wie die Einschlüsse in Niederschlägen auf Platin. Sehr beträchtliche Einschlüsse fanden sich in dem auf Silberdraht in einem besonderen Apparate niedergeschlagenen Silber. (Chem. Zentralblatt, Heft 7/8, 1918, nach Journ. Am. Chem. Soc., Juni 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Druckdifferenzen in stromdurchflossenen Edelgasröhren. Franz Skaupy, Berlin. Es ist bekannt, daß bei der Glimmentladung in verdünnten Gasen zwischen den Enden des Entladungsrohres Druckdifferenzen entstehen. Für Stickstoff fand Stark, daß der Druck an der Kathode höher ist als an der Anode, wofür die ungezwungene Erklärung darin erblickt werden kann, daß die positiven Ionen zur Kathode wandern und dort durch Vermehrung der vorhandenen Molekülzahl den Druck erhöhen, während die an der Anode sich sammelnden Elektronen die Gasmenge naturgemäß nicht vergrößern. Demgegenüber konnte nun Skaupy feststellen, daß auch in verdünnten Edelgasen Druckdifferenzen auftreten, deren Größenordnung zudem dieselbe ist wie die des Druckes in der Röhre. Bemerkenswert ist jedoch hiebei, daß hier der höhere Druck an der Anode zu konstatieren ist. Zur Erklärung wird die Annahme dienen können, daß ein großer Bruchteil der durch den Strom bewegten negativen Elektrizität nicht in Gestalt freier Elektronen auftritt, sondern negative Molionen bildet, welche schneller wandern als die positiven Ionen, so daß sich an der Anode ein Drucküberschuß auszubilden vermag. Bedenkt man, daß die Druckdifferenz bei gegebener Stromstärke dadurch zustande kommt, daß eine bestimmte Menge von Molekülen in der Zeiteinheit durch den Strom zur Anode geführt wird, daß ferner im stationären Zustande in derselben Zeit eine gleiche Menge durch den Einfluß der Druckdifferenz zur Kathode zurückfließt, und schließlich, daß diese letztere Menge einerseits der Druckdifferenz, andererseits der im Rohre vorhandenen Dichte und damit dem Drucke proportional sein wird, so gelangt man zu dem Gesetze

$$p\,(p_1 - p_2) = \text{const.},$$

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 179.

Digitized by Google

das heißt die Druckdifferenz ist umgekehrt proportional dem herrschenden Drucke. Die Erklärung, die Skaupy für die unter dem Einfluß von Gleichstrom bei Gasgemischen auftretenden Entmischungserscheinungen*) gegeben hat, bedürfen angesichts der neuen Erscheinungen einer Erweiterung. Es kann sich nicht mehr allein darum handeln, daß das Gas mit der niedrigeren Ionisierungsspannung relativ mehr positive Ionen bildet, sondern es müssen auch die Moleküle des Gases mit der höheren Ionisierungsspannung mehr zur Aufnahme negativer Elektronen unter Bildung negativer Molionen neigen. Übrigens erscheint auch eine Erklärung ohne Annahme negativer Molionen möglich, wenn man annimmt, daß die sich bewegenden Elektronen auf den unelektrischen Teil des Gases einen stärkeren Druck ausüben als die positiven Ionen. Die beobachteten Erscheinungen haben auch praktische Bedeutung. Einerseits vermag man mit Hilfe der auftretenden Druckdifferenzen in Apparaten, die den Entladungsröhren parallelgeschaltet sind, eine Gaszirkulation hervorzurufen, indem man entsprechende Rohrverbindungen anbringt. Andererseits wird die Ökonomie der Lichterzeugung durch elektrische Entladung in Gasen, die sehr stark von der Dichte der Gase abhängt, durch die Druckverteilung beeinflußt, die sich nicht in dem der besten Ausnutzung entsprechenden Maße in der ganzen Röhre aufrecht erhalten läßt. Beispielsweise wird man die abzudeckenden Teile der Röhre dort wählen, wo minder günstiger Druck herrscht. Auch der zu wählende Druck für die beste Ausnutzung wird von vorneherein durch die Erscheinung der ungleichmäßigen Druckverteilung bestimmt werden.

(Ber. d. Deutsch. Phys. Ges. 19, 264. 1917.)

Wirtschaftliches.

Kosten der Kilowattstunde im Dampfmaschinenbetriebe. Ph. Stauf. Die Kosten der Krafterzeugung im Dampfmaschinenbetriebe setzen sich zusammen aus den Brennstoffkosten, den Kosten für Schmier- und Putzmittel, den Kosten für Bedienung und Instandhaltung und den Kosten für Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals.

Die Brennstoffkosten sind abhängig: 1. Von dem Brennstoffpreis bezw. Wärmepreis (Brennstoffkosten für 100 000 cal), 2. von der Ausnutzung des Brennstoffheizwertes im Dampfkessel, 3. von dem Dampfverbrauch der Maschine für die Leistung. Der Wärmepreis berechnet sich aus der Gleichung: $P_w = \frac{P_b \cdot 100\,000}{H}$

worin P_b den Brennstoffpreis für 100 kg an der Betriebsstätte und H den Heizwert des Brennstoffes bedeutet. In einer Zahlentafel sind die Wärmepreise in Abhängigkeit vom Brennstoffpreis und der Güte des Brennstoffes zusammengestellt. Aus dieser Zahlentafel geht im allgemeinen hervor, daß hochwertiger Brennstoff sich vorteilhafter verheizen läßt als geringwertiger und daß deshalb für den ersteren ein etwas höherer Wärmepreis grundsätzlich gerechtfertigt ist. Die Ausnutzung des Brennstoffheizwertes im Dampfkessel schwankt rund zwischen 50 und 80%. Schlechte Dampfanlagen haben 50 bis 60%, mittelgute 60 bis 70% und gute Anlagen 70 bis 80% Ausnutzung des Brennstoffheizwertes. Hieraus ist auch die weitere Abhängigkeit der Krafterzeugungskosten von der Betriebsweise der Anlage ersichtlich. Im Zusammenhang mit dem Wärmepreis und der Ausnutzung des Brennstoffheizwertes bezw. der Betriebsweise der Anlage stehen die Dampferzeugungskosten oder der Dampfpreis (Brennstoffkosten für 1000 kg Dampf), der zur Berechnung der Brennstoffkosten für die Leistung erforderlich ist. Dabei ist die Erzeugungswärme des Dampfes zu berücksichtigen, besonders ob Sattdampf oder Heißdampf erzeugt und mit welcher Temperatur das Speisewasser dem Kessel zugeführt wird. Die Beziehungen zwischen Wärmepreis, Ausnutzung des Brennstoffheizwertes und Erzeugungswärme des Dampfes lassen sich in die folgende Formel für die Berechnung des Dampfpreises Pd zusammenfassen: $P_d = \frac{P_b \cdot i \cdot 1000}{H \cdot n}$.

Darin bedeutet P_b und H den Preis bezw. Heizwert des Brennstoffes, i die Erzeugungswärme des Dampfes, die den bekannten Tafeln für Wasserdampf oder den Mollierschen Tabellen und Diagrammen für Wasserdampf zu entnehmen ist und n den Wirkungsgrad bezw. die Ausnutzung des Brennstoffheizwertes im Dampfkessel in %. In einer weiteren Zahlentafel sind die Dampfverbrauchsziffern für die PS/h zusammengestellt. Hiezu ist zu bemerken, daß eine Dampfmaschine für ihren Eigenbetrieb oder für ihren Leerlauf im Durchschnitt rund 10% der Normalleistung erfordert bezw. daß der Dampfverbrauch für die PS_e/h bei der Normalleistung rund 1·1mal größer als für die PS_i/h ist. Ausgedrückt in kW bei Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Dynamomaschine ergibt sich die Relation: 1 kW = 1·75 PSi bei normal belasteter Dampf- und Dynamomaschine oder umgekehrt 1 PSi = rund 0·57 kW.

An vier Beispielen von einer schlecht gewarteten, wechselnd belasteten 30 PS-Dampfmaschine angefangen, bis zum größeren Fernkraftwerk mit neuzeitlicher Dampfkesselanlage und Dampfturbinen wird gezeigt, wie die Brennstoffkosten für 1 kWh sich von 27·2 Pfg. bis zu 0·95 Pfg. herabmindern lassen. Die Kosten für die Putzmittel schwanken meistens nur zwischen rund 0·1 und 0·01 Pfg. für 1 PS/h. Dagegen sind die Kosten für die Schmiermittel oft recht erheblich und bei den heutigen hohen Ölpreisen von nicht zu unterschätzender Bedeutung. In einer Zahlentafel sind die Mittelwerte für den Schmierölverbrauch bei verschiedenen Maschinengattungen nach zahlreichen Erhebungen zusammengestellt; dieselben schwanken von 2·4 g bis 4·7 g für 1 PS/h. Hieraus ergeben sich an Kosten für Schmiermittel für die vier vorerwähnten Beispiele fallend von 1·7 Pfg. für 1 kWh (für die schlechteste Anlage) bis 0·8 Pfg. (für eine 500 PS-Heißdampf-Tandem-Maschine mit Kondensation) bei Preisen von Mk. 250 für 100 kg Zylinderöl und Mk. 200 für 100 kg Lageröl. Die Kosten für Bedienung und Instandhaltung schwanken, wie aus zahlreichen Erhebungen hervorgeht, zwischen 0·01 und 0·14 Pfg. für 1 PS/h bei Anlagen, die normal rund 3000 h jährlich im Betriebe sind. Die Kosten für die Verzinsung betragen 5% und für die Abschreibung 7% bei Maschinenanlagen mit Tagesbetrieb und rund 10% bei solchen mit Tag- und Nachtbetrieb. Für die Kosten der Abschreibung bei Gebäuden können 3% als genügend angenommen werden. Beträgt beispielsweise das Anlagekapital für die Maschinenanlage einschließlich des Anteiles der Kesselanlage rund Mk. 40 000 und für die zugehörigen Gebäude rund Mk. 20 000 und werden bei Tagesbetrieb mit normal rund 3000 Betriebsstunden jährlich rund 200 000 kWh geleistet, dann berechnen sich die Kosten für Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals zu:

$$\frac{40\,000 \cdot (0{\cdot}05 + 0{\cdot}07) + 20\,000 \cdot (0{\cdot}05 + 0{\cdot}03)}{200\,000} \cdot 100 = 3{\cdot}2 \text{ Pfg. für 1 kWh.}$$

Nach den Erfahrungen des Verfassers werden die Kosten für Verzinsung und Abschreibung bei Vergleichsbetrachtungen zwischen einer bestehenden Anlage und einer für Fremdstrombezug zu schaffenden Neuanlage vielfach nicht richtig gewürdigt, indem meistens zuungunsten der Altanlage gerechnet wird. Wenn nämlich neben einer bestehenden Kraftanlage fremder Kraftstrom bezogen und die Kraftanlage stillgesetzt werden soll, dann müssen zu den Krafterzeugungskosten für den Fremdstrombezug in der Regel noch die für die alte Anlage zu buchenden Beträge für Verzinsung und Abschreibung gerechnet werden; die dadurch hervorgerufene Erhöhung der Kosten für den Fremdstrombezug kann oft von ausschlaggebender Bedeutung sein. Nur wenn die Altanlage bereits abgeschrieben ist, dann entfällt der Betrag für Verzinsung und Abschreibung der Altanlage auf beiden Seiten der Vergleichsberechnung, dagegen bleibt er selbstverständlich für die Neuanlage bestehen. Zugunsten des Fremdstrombezuges muß auch noch hervorgehoben werden, daß bei dem mit Elektromotoren möglichen Einzelantrieb von Arbeitsmaschinen oder Gruppen von solchen nicht selten veraltete und kraftverzehrende Transmissionen beseitigt und bei der Möglichkeit des zeitlich zu begrenzenden Betriebes der einzelnen Maschinen Leerlaufsverluste vermieden werden können. Es dürfen also in Vergleichsrechnungen die beiderseits zu leistenden Jahres kWh nicht unbeachtet bleiben. Auch sind die Bequemlichkeit, die Reinlichkeit und der geringe Platzbedarf Umstände, die zugunsten des elektrischen Betriebes sprechen.

(Z. d. Bayer. Rev. Ver. vom 31. 1. 1918.)

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 434.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

Dynamogestell.

Beim Bau von Dynamomaschinen liegt oft die Notwendigkeit vor, die Blechkörper aus sehr dünnen Blechen herzustellen, so daß man also für größere Maschinen, da nur kleine Tafeln oder Blechbänder hergestellt werden können, diese Blechkörper aus kleineren Blechstücken zusammensetzen muß. Otto Schelter in Berlin-Lichterfelde und die C. Lorenz A. G. in Berlin bauen derartige Blechkörper in nachstehender Weise. Die dünnen Bleche *a* (Abb. 1) werden paketweise zwischen zwei stärkere Bleche *b* und *c* gefaßt und dort, wo sie durch Keilnut mit dem Maschinenkörper verbunden werden und die Knickbeanspruchung auftritt, durch Niete *d* zusammengepreßt. Um die Versteifungsbleche an den Nietstellen möglichst dick machen zu können, ohne an wirksamer Ankeroberfläche zu verlieren, reicht die Isolation *e* der dünnen Bleche nur so weit, wie eine Magnetisierung des Eisens in Frage kommt. Will man die Versteifungsbleche zum Halten der Wicklung mitbenutzen, so wird man nur ein Blech *b* eines jeden Paketes bis zur Ankeroberfläche durchführen, das andere Blech *c* aber nur so weit reichen lassen, als zur Versteifung des Paketes nötig erscheint. Dadurch ist die Pressung der Bleche an der auf Knickung beanspruchten Stelle eine stärkere als an der Ankeroberfläche. (D. R. P. Nr. 296 030.)

Kühlung.

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin verwenden bei elektrischen Maschinen hohle Statorleiter, denen die Kühlluft von beiden Stirnflächen des

Digitized by Google

Stators her zugeführt wird, wobei die Kühlluft durch einen in der Mitte der Leiter vorgesehenen Ansatzstutzen abgeleitet wird. Dadurch ist der Anlaß zur Wirbelbildung erheblich verringert und die Gefahr der Staubablagerung beseitigt. (Ö. P. Nr. 74 049.)

Die Firma verwendet zur Kühlung elektrische Maschinen Leiter mit Doppel-t-förmigem Querschnitt, die von einer Isolationshülle umgeben sind. Die Hülle grenzt zu beiden Seiten des Steges je einen Luftkanal ab. (Ö. P. Nr. 73 505.)

Bei einer Kühleinrichtung der Österreichischen Siemens-Schuckert-Werke in Wien für Anker mit auf dem ganzen Umfang verteilter, in Nuten verlegter Wicklung, ist die Nutenteilung ungleichmäßig und die Kühlkanäle sind in den breiteren Zähnen untergebracht. (Ö. P. Nr. 74 327.)

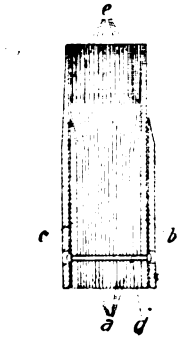


Abb. 1.

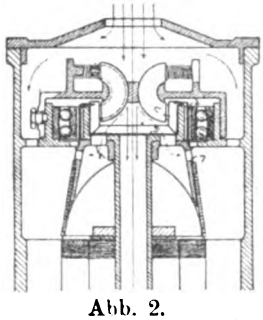


Abb. 2.

Von der Frankfurter Maschinenbau A. G. vorm. Pokorny & Wittekind in Frankfurt a. M. wird bei sehr schnell laufenden Maschinen ein Kollektor verwendet, dessen Schleiffläche 1 (Abb. 2) nach innen verlegt ist, so daß die Umfangsgeschwindigkeit verringert ist. 2 ist die Kommutatorbüchse und 3 die Isolation; beide machen die Fliehkräfte unschädlich. Durch die rohrförmige Kommutatorschleiffläche wird ein starker Kühlluftstrom geführt. Ein Ventilator am anderen Wellenende saugt Kühlluft teils durch die hohle Ankerwelle, teils durch den Motor und teils durch das Gehäuse. (D. R. P. Nr. 302 145.)

Die Gesellschaft für elektrische Industrie in Wien kühlt auf Schiffen angeordnete, gekapselte elektrische Maschinen durch einen in sich geschlossenen Kühlluftstromkreis, wobei die erwärmte Kühlluft zwecks Rückkühlung mittels Rohrleitungen einem Raum zugeführt wird, der sich im Doppelboden des Schiffes unter der Wasserlinie befindet. (Ö. P. Nr. 71 655.)

Bei einer Einrichtung zum Filtrieren der Kühlluft für Turbodynamos der A. E. G.-Union E. G. in Wien wird die zur Kühlung der Maschine erforderliche Luft vor ihrer Verwendung zunächst durch einen Naßfilter und dann, nach Abscheidung der flüssigen Bestandteile in einer besonderen Vorrichtung, durch einen Trockenfilter gereinigt. (Ö. P. Nr. 73 288.)

Tritt bei luftgekühlten elektrischen Maschinen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin ein Brand der Filter ein, dann wird durch Vermittlung selbsttätiger Abschlußorgane die Kühlluft unter Umgehung des in Brand geratenen Filters oder des Filterraumes in die Maschine geleitet. (Ö. P. Nr. 72 273.)

Von der genannten Firma rührt ein Naßluftfilter für Turbodynamos her, bei dem die zu reinigende Luft im Gleichstrom mit dem während der kalten Jahreszeit entsprechend vorgewärmten Wasser in das Naßluftfilter eingeführt wird, so daß die zu reinigende kalte Luft zuerst mit dem wärmsten Wasser in Berührung kommt. (D. R. P. Nr. 301 409.)

Um zu verhindern, daß sich in luftgekühlten, elektrischen Maschinen, bei denen die Kühlluft vor Eintritt in die Maschine angefeuchtet wird, Feuchtigkeitsniederschläge bilden, wird, gemäß einer Erfindung der eben genannten Firma, die Kühlluft bei niedrigen Temperaturen der zu kühlenden Maschinenteile unter Umgehung der die Feuchtigkeit enthaltenden Räume in einer geschlossenen Kreisbahn durch die Maschine geleitet, während bei höheren Temperaturen die Kühlluft durch den die Feuchtigkeit enthaltenden Raum geleitet wird. Diese verschiedenen Führungen der Kühlluft erfolgen selbsttätig durch besondere Abschlußorgane. (Ö. P. Nr. 72 201.)

Die gleiche Firma verwendet zum Trocknen der mittels Naßfilter angefeuchteten Kühlluft die bereits erwärmte Abluft der Dynamomaschine. (Ö. P. Nr. 71 155.)

Anker.

Gemäß einer Erfindung der Frankfurter Maschinenbau A. G. vorm. Pokorny & Wittekind in Frankfurt a. M. findet die Befestigung der wirksamen Eisenbleche auf der Ankerbüchse elektrischer Maschinen derart statt, daß die einzelnen Bleche auf die aus nicht magnetisierbarem oder nicht leitendem Stoffe bestehende, durch Gießen oder dgl. hergestellte Büchse mit geringem Spiel lose aufgeschoben werden, worauf nach Zusammenpressung der Bleche in achsialer Richtung die Büchse von innen heraus so weit aufgetrieben oder aufgewalzt wird, daß sie zwischen die einzelnen Bleche etwas eindringt und sie voneinander getrennt festhält. (D. R. P. Nr. 292 175.)

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin verwenden als Verschluß für die Nuten elektrischer Maschinen Keile von etwa nierenförmigem größten Profil, bestehend aus seitlichen Wulsten aus magnetischem Material und mittleren, die Wulste fest verbindenden Brücken aus plastischem Material, die in zusammengebogener Form in die Nut eingeführt und dann durch Streckung der Brückenwölbung gespreizt werden. (D. R. P. Nr. 301 948.)

Die eben genannte Firma verwendet auch als Abänderung des beschriebenen Verschlusses einen Spreizkeil mit einem Brückensteg, der senkrecht zur Längsachse des Keiles ausgebogen ist und an den Enden zwischen geschichtete Eisenpakete reicht. (D. R. P. Nr. 302 899.)

Ein litzenartiger Ankerleiter der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Berlin besteht aus Litzen aus leitendem Material mit steifen Beilagen aus Metall, die an der Stromleitung teilnehmen können. (Ö. P. Nr. 73 205.)

Kollektoren und Schleifringe.

Ein Stromwendersteg der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin ist aus zwei Teilen zusammengesetzt, einem äußeren aus Kupfer bestehenden und einem inneren aus Eisen bestehenden, wobei beide Teile schwalbenschwanzartig ineinandergreifen oder durch einen Falz verbunden sind. (D. R. P. Nr. 298 288.)

Umlaufende Feldmagnete.

Zur Entlastung der Polschuhe baut die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin die Polschuhe so, wie es der linke Teil der Abb. 3 zeigt. *A* ist der Polkern, *B* der Polschuh, *C* und *D* sind Teilspulen, *E* ist die Zwischenwand zwischen den Teilspulen. Sowohl der Polschuh als auch die Zwischenwand ist mit mehreren Absätzen ausgeführt. (D. R. P. Nr. 294 502.)

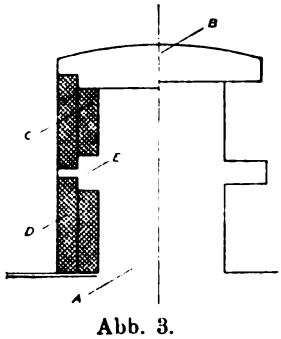


Abb. 3.

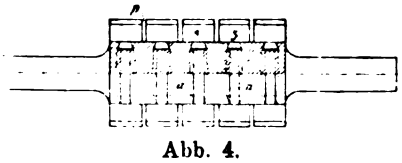


Abb. 4.

Ein Rotor für schnellaufende Dynamomaschinen der Siemens Schuckert-Werke in Siemensstadt bei Berlin hat den durch Abb. 4 veranschaulichten Aufbau. Am Umfang des trommelförmigen Eisenkernes *a* sind Nuten *n* von schwalbenschwanzförmigem Querschnitt eingeschnitten, die kreisförmig um die Achse des Eisenkerns verlaufen. In diese Nuten sind segmentförmige Wicklungshalter *s* eingesetzt, die mit Schwalbenschwänzen *z* versehen sind. *p* sind Kühlluftspalte. Die Segmente können auch mit achsialen Luftkanälen versehen sein. (D. R. P. Nr. 296 211.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Das Wachsen der Maschinenleistung. Von Dr. techn. Ing. Milan Vidmar, E. u. M. 1918, Heft 13, Seite 149.

Es wird wohl den Herrn Autor interessieren, daß sein neues Grundgesetz für das Wachsen der Maschinenleistung schon in meiner Abhandlung „Einige Betrachtungen über die Leistungskonstante elektrischer Maschinen" (E. u. M. 1916, Seiten 125 und 141) Berücksichtigung findet und auch in der „Zusammenfassung" nochmals erwähnt wird. Es sei hier die Gleichung 5) dieser Abhandlung aufgeführt

$$N = \gamma \times D^3 \times L \times n.$$

In den beiden von Herrn Vidmar zitierten Literaturstellen wird über diese Abhandlung gesprochen.

Brünn, 3. April 1918.

Dr. Ing. Bohuslav Závada.

Erwiderung.

Ich bin Herrn Dr. Závada sehr verbunden für den freundlichen Nachweis des Erstvorkommens des Wachstumsgesetzes für die Maschinenleistung. Es ist mir ganz ferne gelegen, dieses Grundgesetz als eine Neuerung von mir einzuführen, ich habe es zu oft in meiner Praxis anwenden gesehen. Wohl aber habe ich die Folgerungen, die sich daraus für das Problem der wachsenden Maschine ergeben, vorläufig als neu angesehen. Ich bin deshalb gerne bereit, Herrn Dr. Závada das Verdienst anzuerkennen, das Grundgesetz für die wachsende Maschine zuerst aufgestellt zu haben.

Wien, 13. April 1918. *Dr. Vidmar.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
12. Mai 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 19.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Erwärmung von Maschinen und Transformatoren. Von J. Fischer-Hinnen, Oerlikon (Schluß) 217

Rundschau 222
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 223

Briefe an die Schriftleitung 224
Personalnachricht 224

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Erwärmung von Maschinen und Transformatoren.

Von **J. Fischer-Hinnen**, Oerlikon.

(Schluß von Heft 18, Seite 205.)

c) **Kombinierte Öl- und Wasserkühlung.** Eine einfache Überlegung genügt, um einzusehen, daß die vorhin beschriebene Ölkühlung an gewisse Leistungen gebunden ist. Da nämlich die Verluste in einem Transformator mit der $^2/_3$-Potenz der Leistungen wachsen, die Dimensionen und damit die Kühlfläche nur etwa mit der vierten Wurzel aus der Leistung zunehmen, so würde man schließlich ohne eine abnormale Vergrößerung des Kastens und Wellblechprofiles bald zu unzulässig hohen Temperaturen gelangen. Man pflegt daher größere Öltransformatoren zumeist in Verbindung mit Wasserkühlung auszuführen. Dabei sind hauptsächlich zwei Anordnungen gebräuchlich. Bei der ersten wird im oberen Teile des Ölkastens, das heißt dort wo das Öl am wärmsten ist, eine Kühlschlange angebracht, durch welche kaltes Wasser fließt. Bei der zweiten wird das Öl durch Pumpen abgesaugt, durch eine in laufendes Wasser versenkte Kühlschlange getrieben und wieder im unteren Teile des Kastens hereingelassen.

Eine dritte Ausführungsart, welche zumeist bei Turbogeneratoren zur Kühlung des Lageröles angetroffen wird, benutzt einen nach Art der Vorwärmer gebauten Röhrenkessel, bei dem die vom Wasser durchflossenen Rohre die Rolle der Kühlschlange übernehmen.

Die Rechnung bleibt in allen drei Fällen die gleiche, nur ist zu beachten, daß jetzt die Wärme zuerst vom Öl an die Röhren und erst von hier an das Wasser übergeht.

Wir haben es also mit einer Hintereinanderschaltung zweier Leitfähigkeiten oder besser gesagt, zweier „Wärmewiderstände" zu tun. Ähnlich wie bei elektrischen Widerständen ist daher der „gesamte Wärmewiderstand" (das heißt der reziproke Wert der Leitfähigkeit gleich der Summe der einzelnen Widerstände oder

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{1}{\Lambda_1} + \frac{1}{\Lambda_2},$$

somit

$$\Lambda = \frac{\Lambda_1 \Lambda_2}{\Lambda_1 + \Lambda_2}$$

oder mit Benutzung der Gleichung 16)

$$w = O\,T_m \frac{(1+\beta_1\sqrt{r_1})(1+\beta_2\sqrt{r_2})}{\frac{1}{\lambda_2}(1+\beta_1\sqrt{r_1}) + \frac{1}{\lambda_1}(1+\beta_2\sqrt{r_2})} \quad 17),$$

wobei die Werte von $\lambda_1 \lambda_2$, β_1 und β_2 wieder der Tabelle I entnommen werden können.

Tabelle V*). Temperaturzunahme des Kupfers von Öltransformatoren.

kW	5	15	80	200	600	3250
Kupferverlust	52	130	420	950	2 830	8 400
Abkühlungsfläche	2 218	1 400	2 670	9 250	23 070	38 200
Art der Wicklung	Isol. Drähte umbandelt	Isol. Drähte umbandelt	Isol. Flachdrähte nichtumbandelt	Isol. Flachdrähte nichtumbandelt	Isol. Flachdrähte nichtumbandelt	Bänder nackt
$\frac{1}{\lambda}$ (angenommen)	180	180	100	90	80	60
Temperaturzunahme über das Öl (berechnet)	4·2	16·7	15·7	9·2	9·8	13·2
(gemessen)	5	18	14	12	11·5	15

Tabelle VI. Versuchsdaten über kombinierte Öl- und Wasserkühlung.

Laufende Nummer	1	2	3	4
Zahl der Röhren	—	—	78	421
Mittlerer Durchmesser der Röhren in mm	37	54·25	37	14·25*)
Material der Röhren	Eisen	Eisen	Kupfer	Kupfer
Gesamte Rohrlänge in m	130	82	93·6	526
Mittlere Oberfläche der Röhre in cm²	150 000	140 000	108 500	235 500*)
Ölmenge l/s	ruhend	0·876	1·33	2·66
Wassermenge l/s	0·5	0·342	0·695	0·945
Geschwindigkeit des Öles in m/s	0·01 (angen.)	0·415	0·00694	0·032
„ „ „ Wassers in m/s	0·621	0·0001	0·00875	0·0157
Temperatur des Öles beim Eintritt	58 im Mittel	78·4	49	48
„ „ „ „ Austritt		52	28·5	25
„ „ „ Wassers beim Eintritt	14	10·5	10	13
„ „ „ „ Austritt	30	30	16·9	26
Mittlere Temperaturdifferenz T_m	36	45	25·3	17
Abgeleitete Wärmemenge in W im Öl	—	43 000	45 600	102 000
„ „ „ „ Wasser	34 700	27 900	20 100	51 600

*) Streng genommen müßte für jeden Übergang die betreffende Abkühlungsfläche gerechnet werden, doch ist der Unterschied so klein, daß man der Einfachheit halber die mittlere Fläche nehmen kann.

*) Diese Tabelle gehört an den Schluß des ersten Teiles des Aufsatzes, Heft 18, Seite 210.

Digitized by Google

Tabelle VII. Versuche an Öltransformatoren mit künstlicher Luftkühlung.

Nr.	Innere Kastendimensionen cm	Wellblechprofil cm	δ	$O=\sqrt{\delta}.Og$ cm²	w W	T	T'	Luftmenge m³	Luftquerschnitt m²	v	Druck (WS) mm	Berechnete Werte von $\frac{1}{\lambda}$	β
1	99 × 51 × 130	3 × 12	3·82	115 000	9 000	72·5	23	100	0·36	4·65	9	957	0·55
					5 000	46	21					1060	0·55
2	111 × 75 × 107	3 × 15	5·58	97 000	10 200	75·5	37	75	0·556	2·25	2·25	720	0·695
					6 110	47·5	25					753	0·600
					10 200	75·5	30	150		4·5	11·7	720	0·714
					6 110	47·5	20					753	0·650
					10 200	75·5	27·5	220		6·6	23	720	0·733
					6 110	47·5	18					753	0·640
3	189 × 117 × 247	3 × 24	8·75	446 000	44 100	73·5	32	310	1·47	3·5	15	744	0·695
					26 400	46·5	20					785	0·709

Beispiel 1. Um die Brauchbarkeit der Formel 17) zu zeigen, sind in der Tabelle VI die Versuchsdaten von 4 verschiedenen Anordnungen zusammengestellt, und zwar bezieht sich die erste auf einen gewöhnlichen Öltransformator von 2600 kVA mit Kühlschlange, Nr. 2 auf einen Transformator mit außen liegender Kühlvorrichtung und die beiden letzten auf Ölkühler von Turbogeneratoren (System Dr. Zimmermann).

Auffallend ist der große Unterschied zwischen der vom Öl abgegebenen und der vom Wasser aufgenommenen Wärme, was zum Teil mit der Wärmeabgabe an die Luft zusammenhängt, im übrigen aber nicht recht erklärlich ist, da die Messungen laut Versuchsprotokoll erst nach Erreichung des stationären Zustandes vorgenommen werden. Für uns kommt natürlich nur die höhere Zahl in Betracht.

Rechnet man dieselbe an Hand der Gleichung 17) nach, so erhält man folgende Zahlen:

Für Nr. 1

$$w = 150\,000 \cdot \frac{36 \cdot (1+3\cdot 0{\cdot}1)(1+3\cdot 0{\cdot}79)}{100(1+3\cdot 0{\cdot}1)+150(1+3\cdot 0{\cdot}79)} = 37\,300$$

statt 34 700.

Für Nr. 2

$$w = 140\,000 \cdot \frac{45 \cdot (1+3\cdot 0{\cdot}64)(1+3\cdot 0{\cdot}01)}{100(1+3\cdot 0{\cdot}64)+160(1+3\cdot 0{\cdot}0\,.)} = 41\,500$$

statt 43 000.

Für Nr. 3

$$w = 108\,500 \cdot \frac{25{\cdot}3\,(1+3\cdot 0{\cdot}0263)(1+3\cdot 0{\cdot}0296)}{24(1+3\cdot 0{\cdot}0263)+36(1+3\cdot 0{\cdot}0296)} = 49\,500$$

statt 45 600.

Für Nr. 4

$$w = 235\,500 \cdot \frac{17 \cdot (1+3\cdot 0{\cdot}179)(1+3\cdot 0{\cdot}125)}{24(1+3\cdot 0{\cdot}179+36)(1+3\cdot 0{\cdot}125)} = 98\,000$$

statt 102 000.

Die Übereinstimmung darf also als sehr gut bezeichnet werden.

Beispiel 2. Für einen 3000 kW-Öltransformator ist eine Kühlschlange nach Anordnung Nr. 2 zu entwerfen.

Der Verlust betrage $w = 60\,000$ W, die Temperatur des austretenden Öles 52° C. Dasselbe soll auf 35° abgekühlt werden.

Wir bestimmen zunächst die Geschwindigkeit des Öles. Angenommen, es komme ein zweizölliges Gasrohr zur Verwendung, so ist

der Außendurchmesser = 51·5 mm,
„ Innendurchmesser = 59 „
also „ mittl. Durchmesser = 55 „
und „ lichte Querschnitt = 2080 mm² = 0·208 dm².

Daraus folgt Ölgeschwindigkeit

$$v = \frac{1}{10}\,\frac{w}{S_1 \cdot 0{\cdot}89 \cdot 0{\cdot}45 \cdot 4190\,T} =$$

$$= \frac{6000}{16\,700 \cdot 0{\cdot}208 \cdot (52-35)} = \text{rund } 1 \text{ m}.$$

Ölmenge = 0·208 . 10 . 1 . 60 = 125 l pro min.

Rechnen wir auf Grund der früheren Beispiele, daß etwa 75% oder 45 000 W an das Wasser abgegeben werden und daß das Wasser mit zirka 12° C eintrete und sich um 5° erwärme, so erhält man bei 2 m² Kanalquerschnitt eine Wassergeschwindigkeit

$$v_2 = \frac{1}{10}\,\frac{w}{S_2 \cdot 4190\,T} = \frac{45\,000}{41\,900 \cdot 200 \cdot 5} = 0{\cdot}001075 \text{ m}.$$

Mittlere Temperatur des Öles $= \frac{52+35}{2} = 43{\cdot}5°$ C,

„ „ „ Wassers $= \frac{12+17}{2} = 14{\cdot}5$,

daher mittlere Temperaturdifferenz $T_m = 43{\cdot}5 - 14{\cdot}5 = 29°$ C.

Ferner ist für das

Öl $1 : \lambda_1 = 150$; $\sqrt{v_1} = 0{\cdot}84$,
Wasser $1 : \lambda_2 = 100$; $\sqrt{v_2} = 0{\cdot}0328$,

folglich nach Formel 17)

$$O = \frac{w}{T_m}\left(\frac{1}{\lambda_1(1+3\sqrt{v_1})}+\frac{1}{\lambda_2(1+3\sqrt{v_2})}\right) =$$

$$= \frac{60\,000}{29}\left(\frac{150}{1+3\,.\,1}+\frac{100}{1+3\,.\,0{\cdot}0328}\right) = 266\,000 \text{ cm}^2.$$

Länge der Röhren $= \frac{266\,000}{5{\cdot}5\,.\,\pi\,.\,100} =$ rund 154 m.

Es ließe sich hier die Frage aufwerfen, ob nicht auch die Wärmeabgabe durch den Kasten mit zu berücksichtigen sei. Im vorliegenden Falle dürfte der Kasten etwa 110 × 190 cm Grundfläche und eine Höhe von 260 cm haben, was eine Abkühlungsfläche von 15 600 cm² ergibt. Folglich ist die direkt an die Luft abgegebene Wärme bei einem mittleren Temperaturunterschied

von $\frac{52+35}{2} - 20 = 23{\cdot}5°$

$$w = \frac{O\,T}{1000} = \frac{156\,000 \cdot 23{\cdot}5}{1000} = 3660 \text{ W},$$

also nur 6% der gesamten Wärmemenge, das heißt, es genügen schon 0·94 . 154 = 145 m.

Aus diesem Beispiel ist ersichtlich, daß die Rohrlänge um so kleiner ausfällt, je geringer der Temperaturunterschied zwischen dem eintretenden und austretenden Öl ist. Dafür muß natürlich die Ölgeschwindigkeit um so größer werden.

d) **Kombinierte Öl- und Luftkühlung.** Ein weiteres Mittel zur Verbesserung der Ölkühlung besteht schließlich darin, daß man um den Wellblechkasten einen Mantel anbringt und zwischen Kasten und Mantel frische Luft durchschickt.

Welche Wirkung auf diese Weise sich erzielen läßt, ist aus der Tabelle VII ersichtlich, in welcher die Konstruktions- und Versuchsdaten dreier verschiedener Ausführungen zusammengestellt sind*).

In dieser Tabelle bedeutet T die Temperaturzunahme des Öles bei abgehobenem Mantel (das heißt ohne künstliche Ventilation), T' die Übertemperatur bei Ventilation. Auch hier ergeben sich bedeutend kleinere Werte von β als nach der Formel von Ser. Als guten Mittelwert kann man $\beta = 0{\cdot}65$ und $\frac{1}{\lambda} = 850$ setzen.

4. Differentialgleichung der Erwärmung.

In vielen Fällen liegt uns weniger daran zu erfahren, welche Endtemperatur der Körper annimmt,

*) Die Mitteilung dieser von Herrn Ing. C. Oechslin ausgeführten sehr interessanten Versuche verdanke ich der Maschinenfabrik Oerlikon.

Digitized by Google

als die Veränderung zu kennen, welche die Temperatur mit der Zeit durchläuft. Hierüber gibt uns die schon früher zu Rate gezogene Wärmebilanz Aufschluß.

Es bedeute

G das Gewicht des Körpers in kg,
c seine spezifische Wärme in Joule, und
t die Zeit.

Beschränken wir unsere Betrachtung auf den unendlich kleinen Zeitabschnitt dt, so muß in jedem Momente

$$G c dT + T O \lambda (1 + \beta \sqrt{v}) dt = w dt \quad . \quad . \quad 18)$$

sein.

In dieser Gleichung stellt das erste Glied die im Körper aufgespeicherte Wärme, das zweite Glied die in der Zeit dt an die Umgebung abgegebene Wärmemenge und das letzte die gesamte erzeugte Wärme dar.

Die Lösung derselben lautet

$$T = \frac{w}{O \lambda (1 + \beta \sqrt{v})} (1 - \varepsilon^{-\alpha t}) + T_a \varepsilon^{-\alpha t} \quad . \quad 19),$$

worin T_a die Anfangsübertemperatur zur Zeit $t = o$ darstellt und α zur Abkürzung für

$$\alpha = \frac{\lambda O}{G c} (1 + \beta \sqrt{v}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 20)$$

steht. Gleichung 19) gilt, was hier ausdrücklich betont sei, sowohl für die Erwärmung als Abkühlung.

Wir sehen sofort, daß die Übertemperatur einem Endwerte

$$T_e = \frac{w}{O \lambda (1 + \beta \sqrt{v})} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 21)$$

zustrebt, den sie theoretisch allerdings erst nach unendlicher Zeit, praktisch dagegen schon nach wenigen Stunden oder selbst Minuten erreicht.

Rechnet man die Zeit vom Zeitpunkte an, wo der Körper die gleiche Temperatur wie die Umgebung hat, also $T_a = o$ ist, so fällt das zweite Glied in Gleichung 19) weg und es bleibt noch

$$T = \frac{w}{O \lambda (1 + \beta \sqrt{v})} (1 - \varepsilon^{-\alpha}) = T_e (1 - \varepsilon^{-\alpha t}) \quad 22).$$

Beispiel 1. Ein geschlossener Kranmotor leiste nach Versuch bei 45-Minutenbetrieb und einer maximal zulässigen Temperaturerhöhung von 50° C 21·5 PS und besitze einen Nutzeffekt von 87%. Ferner sei die versuchsmäßig ermittelte Zeitkonstante

$\alpha = 0{\cdot}66$ auf Stunden bezogen,

oder

$\alpha = 0{\cdot}011$ „ Minuten „

Oberfläche des Motors $O = 15\,000$ cm²,

$\frac{1}{\lambda} = 900$ (angenommen).

Welche Leistung vermag der Motor bei 60- und 90-Minutenbetrieb abzugeben? Wir bestimmen zunächst die Verluste. 87% Nutzeffekt entsprechen einem Gesamtverlust von 2380 W, angenommen, der Reibungsverlust betrage noch 380 „ so ist folglich bei 45-Minutenbetrieb: w_{45} 2100 „

Aus Gleichung 19), worin $T_a = O$ gesetzt werden kann, folgt dann

$$T = \frac{w_{45}}{O \lambda} \left(1 - 2^{-0{\cdot}011 \cdot 45}\right) = \frac{w_{60}}{O \lambda} \left(1 - \varepsilon^{-0{\cdot}011 \cdot 60}\right) =$$

$$= \frac{w_{90}}{O \lambda} \left(1 - \varepsilon^{-0{\cdot}011 \cdot 90}\right)$$

oder

$$0{\cdot}39\, w_{45} = 0{\cdot}484\, w_{60} = 0{\cdot}628\, w_{90};$$

somit

$$w_{45} = 2100,\ w_{60} = 1700,\ w_{90} = 1300,$$

ferner

Reibungsverlust	= 280	280	280
Gesamtverlust	= 2380'	1980'	1580'
Nutzeffekt (angenommen)	87%	86·5%	86%
Leistung	= 21·5 PS	17·2 PS	13·1 PS.

Die Preislisten zweier Firmen geben hiefür 21 (22), 18 (17) und 15 (12) PS an.

Wäre die Zeitkonstante nicht bekannt gewesen, so müßte dieselbe erst berechnet werden, und zwar ist

$$\varepsilon^{-0{\cdot}011 \cdot 45} = 1 - \frac{T O \lambda}{w_{45}} = 1 - \frac{50 \cdot 15\,000}{900 \cdot 2190} = 0{\cdot}603,$$

also

$$\varepsilon^{-0{\cdot}011 \cdot 60} = 0{\cdot}603^{4/3} = 0{\cdot}509,$$
$$\varepsilon^{-0{\cdot}011 \cdot 90} = 0{\cdot}603^{2} = 0{\cdot}364,$$

und daraus

$$0{\cdot}397\, w_{45} = 0{\cdot}491\, w_{60} = 0{\cdot}636\, w_{90},$$

was fast genau die gleichen Werte von w_{60} und w_{90}, wie oben, ergibt.

Bei der Abkühlung sind drei Fälle auseinander zu halten:

1. Fall. Die Wärmeentwicklung höre vollständig auf, wobei die Abkühlungsverhältnisse die gleichen wie während der Periode der Erwärmung bleiben. (Fall eines Anlassers nach Ingangsetzung des Motors oder eines Transformators, der ausgeschaltet wird.)

Für die Annahme ist $w = o$, also nach Gleichung 19)

$$T = T_e \cdot \varepsilon^{-\alpha t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 23).$$

2. Fall. Die Wärmeentwicklung sinke während der Leerlaufperiode auf den Betrag w_0 herunter, ohne daß an den Abkühlungsverhältnissen etwas geändert wird. (Fall eines leerlaufenden Transformators oder Motors.)

Da sich nur w in w_0 ändert, erhält man

$$T = \left.\begin{aligned} &\frac{w_0}{O \lambda (1 + \rho \sqrt{v})} (1 - \varepsilon^{-\alpha t}) + T_a \varepsilon^{-\alpha t} = \\ &= T_0 (1 - \varepsilon^{-\alpha t}) + T_a \varepsilon^{-\alpha t} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 24),$$

wenn T_0 die Temperaturzunahme bedeutet, welche der Körper bei Dauerbetrieb mit dem Energieverluste w_0 annehmen würde.

3. Fall. Die Wärmeentwicklung und Ventilation höre gänzlich auf. (Fall einer Maschine, welche abgestellt wird.)

Hier ist zu beachten, daß sich jetzt auch der Exponent α ändert, und zwar sinkt derselbe auf den Wert

$$\alpha_0 = \frac{\lambda \cdot O}{G c} \quad \text{(Vergl. Gl. 20)}$$

herunter, wobei sich unter Umständen auch λ etwas verändert.

Dadurch wird

$$T = T_a \cdot \varepsilon^{-\alpha_0 t} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25)$$

Die Veränderlichkeit von α macht sich natürlich ganz besonders bei rotierenden Maschinenteilen (Armaturen, Polrädern usw.) bemerkbar, wo sie etwa auf $^1/_4$ bis $^1/_5$ des ursprünglichen Wertes heruntergeht. Ebenso muß auch bei den ruhenden Magnetspulen mit einer Reduktion um 20 bis 25% gerechnet werden, während bei Kapselmotoren die Leitfähigkeit um höchstens 10 bis 20% abnimmt. Daß auch gekapselte Motoren einer Änderung unterworfen sind, mag auf den ersten Blick überraschen, hängt jedoch damit zusammen, daß die Wärmeverteilung beim Laufe eine gleichmäßigere ist.

Die voranstehenden Formeln haben natürlich nur dann ein praktisches Interesse, wenn sich die Zeitkonstante α mit genügender Genauigkeit aus den Abmessungen oder dem Versuche ermitteln läßt.

Nun ist die Berechnung auf Grund der Formel 20) zum mindesten ziemlich unsicher. Bedeutend genauere Resultate erhält man aus einem Versuche mit Hülfe der nachstehenden vom Verfasser seit Jahren benutzten Methode. Dieselbe erfordert drei Ablesungen, nämlich

Digitized by Google

1. Die Übertemperatur T_a zu Beginn des Dauerversuches,
2. die Übertemperatur T_1 nach einer beliebigen Zeit t,
3. die Übertemperatur T_2 nach der Zeit $2t$.

Mit Bezug auf die Abb. 2 ergeben sich dann folgende Beziehungen:

$T_1 = T_e(1 - \varepsilon^{-\alpha(t_0+t)})$ oder $T_e \varepsilon^{-\alpha(t_0+t)} = T_e - T_1$

$T_2 = T_e(1 - \varepsilon^{-\alpha(t_0+2t)})$ „ $T_e \varepsilon^{-\alpha(t_0+2t)} = T_e - T_2$

oder die letzte Gleichung durch die erste dividiert

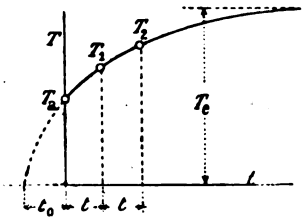


Abb. 2.

$$\varepsilon^{-\alpha t} = \frac{T_e - T_2}{T_e - T_1}$$

und daraus

$$\alpha = \frac{2{\cdot}3}{t} \log \frac{T_e - T_1}{T_e - T_2}.$$

Andererseits folgt aus Gleichung 19)

$$T_1 = T_e(1 - \varepsilon^{-\alpha t}) + T_a \varepsilon^{-\alpha t} = T_e - (T_e - T_a)\varepsilon^{-\alpha t}$$

und für $\varepsilon^{-\alpha t}$ den oben gefundenen Wert eingesetzt

$$T_1 = T_e - (T_e - T_a)\frac{T_e - T_2}{T_e - T_1}$$

oder ausgerechnet

$$T_e = \frac{T_1^2 - T_a T_2}{2T_1 - T_2 - T_a} \quad \ldots \quad 26).$$

Setzt man wiederum diesen Wert in die Gleichung für α ein, so wird

$$\alpha = \frac{2{\cdot}3}{t} \log \frac{T_1 - T_a}{T_2 - T_1} \quad \ldots \quad 27).$$

Die Gleichungen 26) und 27) vereinfachen sich noch etwas, wenn der Dauerversuch begonnen wird, so lange die Maschine die gleiche Temperatur wie die umgebende Luft hat, da in diesem Falle $T_a = 0$ ist.

Um die Brauchbarkeit der abgeleiteten Formel zu zeigen, seien in Tabelle VIII einige Versuchsdaten von Maschinen und Transformatoren angeführt.

Wie man sieht, ist die Übereinstimmung für praktische Zwecke vollkommen hinreichend. Einige Vorsicht ist bei größeren Maschinen und Transformatoren geboten, weil die Temperaturkurve wegen der ungleichen Wärmekapazität der benachbarten Teile im Anfange etwas von der logarithmischen Linie abweicht. Die Zeitintervalle dürfen daher nicht zu klein gewählt werden.

Es liegt auf der Hand, daß man Dauerversuche nur ausnahmsweise, das heißt bei erstmaligen Ausführungen oder bei Abänderungen vornimmt, weil derartige Versuche die Selbstkosten nicht unwesentlich belasten. Insbesondere werden davon Maschinen mittlerer Leistung (50 bis 100 kW) betroffen, wo die Kosten des Versuches leicht 3% der gesamten Selbstkosten ausmachen.

Dieselben setzen sich zusammen aus den Kosten des Stromkonsumes und denjenigen des Personales, wozu noch gewisse Zuschläge für allgemeine Regie kommen. Von diesen Kosten lassen sich erstere dadurch verringern, daß man die sekundär abgegebene Energie durch Zurückarbeiten auf das Netz zu verwerten trachtet. Dieses Verfahren ist aber etwas umständlich und nicht immer anwendbar, oft schon wegen dem Mangel an geeigneten Belastungsmaschinen oder allzugroßer Verschiedenheit der Spannungen ausgeschlossen. In solchen Fällen mag mit Vorteil das beschriebene Verfahren angewendet werden, insbesondere wird es bei großen Transformatoren gute Dienste leisten. Dasselbe läßt sich ferner mit irgendeiner Rückarbeitungsmethode verbinden, wodurch sich nicht nur der Stromverbrauch, sondern auch die Zeitdauer des Versuches wesentlich reduzieren läßt.

Handelt es sich um Maschinen kleinerer Leistungen, so kann die Zeit dadurch abgekürzt werden, daß man die Maschine bis zur Erreichung der voraussichtlichen Maximaltemperatur zirka 25 bis 35% überlastet und hierauf bis zum Eintritt des stationären Zustandes zum Normalbetrieb übergeht. Welche Ersparnis sich auf diese Weise erzielen läßt, geht aus einer einfachen Rechnung hervor:

Angenommen, der Versuch werde abgebrochen, wenn die Maschine 95% der theoretischen Übertemperatur erreicht hat, so ist nach Gleichung 19), in welcher wir $T_a = o$ setzen,

$$\frac{T}{T_e} = 0{\cdot}95 = 1 - \varepsilon^{-\alpha t}$$

oder

$$t = \frac{1}{\alpha} 2{\cdot}3 \log \frac{1}{1 - 0{\cdot}95} = \text{rund } \frac{3}{\alpha}.$$

Wiederholt man nun den Versuch mit 30% Überlast, so ist klar, daß falls die Verluste im gleichen Verhältnisse zunehmen, die Endtemperatur T_e auf das 1·3 fache von vorhin ansteigen wird. Folglich genügt zur Erreichung der früheren Endtemperatur eine Zeit

$$t_1 = \frac{1}{\alpha} 2{\cdot}3 \log \frac{1}{1 - \frac{1}{1{\cdot}3}} = \frac{1{\cdot}47}{\alpha},$$

das heißt rund die Hälfte. Es ergibt sich somit nicht nur eine Zeitersparnis von 50%, sondern es geht gleichzeitig der Stromverbrauch auf

$$100 \cdot \frac{1{\cdot}3 \cdot 1{\cdot}47}{1 \cdot 3} = 63{\cdot}6\%$$

zurück.

Schließlich wäre noch eine Versuchsanordnung zu erwähnen, welche seinerzeit von Hobart und Punga*) für Wechselstromgeneratoren vorgeschlagen wurde und die darauf beruht, daß man

*) E. T. Z. 1905.

Tabelle VIII. Berechnete und gemessene Maximal-Übertemperaturen von Maschinen und Transformatoren.

Nr.	Leistung	Umdrehungen	Bemerkung	T_a	T_1	T_2	T_e berechnet	T_e nach Versuch	α	Std.
1	3 PS	1450	△ Motor, offen KA . .	—	22	27·2	29	29	4·35	0·333
2	3 „	1450	„ „ „ . .	10	23·1	27·2	29·2	30	2·34	0·5
3	2·5 „	960	„ geschlossen . .	23·2	29·5	32·3	35	35	0·81	1
4	6 „	800	„ offen	14	34	44	54·4	—	0·46	1·5
5	8 „	1450	„ geschlossen . .	12·6	41·5	54·7	65·6	—	0·524	1·5
6	32 „	730	„ „ . .	22·5	32	34	34·3	35·5	1·56	1
7	15 „	730	„ „ . .	12	22·2	28·5	39·2	—	0·323	1·5
8	70 „	1460	„ offen	—	19·2	23·2	26·2	—	0·569	2
9	560 kW	594	△ Generator	10	33·5	44	60	62	0·805	1
10	500 „	40	„	12	35·5	42·5	45·5	45	1·20	1
11	1150 „	3000	△ Turbogenerator . . .	—	52·5	66·5	72	72	2·33	0·6
12	1600 „	1500	„ . . .	—	46	56·5	60	62	1·24	1·2
13	1 „	—	Einphasen-Öltransformat.	—	16	25	36·4	35	0·288	2
14	20 „	—	Drehstrom- „	—	19·5	31	48	49	0·264	2
15	50 „	—	Einphasen- „	—	28·5	39	45	48	0·50	2

Digitized by Google

die Maschine abwechslungsweise bei einer bestimmten Erregung kurzschließt und hierauf mit einer zweiten Erregung leer laufen läßt. Die Antriebsmaschine hat in diesem Falle nur die Verluste zu bestreiten. Die gleiche Methode dürfte sich übrigens auch sehr gut zum Ausprobieren einzelner großer Transformatoren eignen.

5. Intermittierender Betrieb.

Von nicht minderem Interesse ist das Verhalten einer Maschine oder eines Apparates bei intermittierendem Betriebe. Mit dieser Frage hat sich besonders Oelschläger*) eingehend befaßt, seine Folgerungen leiden jedoch, soweit sie sich auf Maschinen beziehen, an dem Übelstande, daß er keine Rücksicht auf die Verschiedenheit der Zeitkonstante nimmt, wodurch das Resultat natürlich unbrauchbar wird.

Um zu einer allgemeinen Lösung zu gelangen, sei angenommen, eine Maschine laufe mit zwei verschiedenen Betriebszuständen, und zwar während der Zeit t mit einer Überlast, welcher der Verlust w_u entspricht und während der Zeit t_0 mit irgendeiner anderen kleineren Belastung, bei der noch ein Verlust w_0 auftrete. In Übereinstimmung damit werden wir die Leitfähigkeiten mit λ und λ_0 und ebenso die Zeitkonstanten mit α und α_0 bezeichnen, wobei in diesen Werten der Einfluß der Ventilation bereits enthalten sei.

Durch die wechselnde Belastung nimmt die Temperaturkurve den in Abb. 3 dargestellten zickzackförmigen Verlauf, das heißt die Temperatur steigt während der Zeit t um einen gewissen Betrag an, um in der darauffolgenden Periode t_0 wieder um einen im allgemeinen kleineren Betrag zurückzugehen. Das geht so weiter, bis sich schließlich Zu- und Abnahme das Gleichgewicht halten.

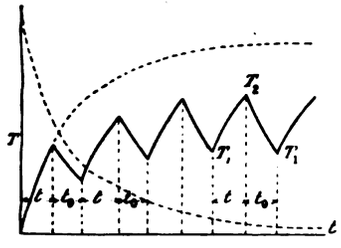


Abb. 3.

Von hier an schwankt die Übertemperatur nur noch zwischen den Grenzwerten T_1 und T_2, von denen uns nur der letztere interessiert. Betrachten wir zunächst einmal den Vorgang während der Arbeitsperiode t, so können wir augenscheinlich

$$T_a = T_1 \text{ und } T_e = \frac{w_u}{O\lambda}$$

setzen, gemäß Gleichung 19) wird folglich

$$T_2 = T_u(1 - \varepsilon^{-\alpha t}) + T_1 \varepsilon^{-\alpha t}$$

oder etwas anders geschrieben

$$T_1 = T_2 \varepsilon^{+\alpha t} + T_u(1 - \varepsilon^{-\alpha t}) \quad . \quad . \quad . \quad 28).$$

Nun folgt die Periode der Abkühlung, für welche wiederum die Gleichung 19) gilt, nur ist diesmal

$$T_a = T_2 \text{ und } T_e = T_0 = \frac{w_0}{O\lambda_0}$$

somit

$$T_1 = T_0(1 - \varepsilon^{-\alpha_0 t_0}) + T_2 \varepsilon^{-\alpha_0 t_0} \quad . \quad . \quad 29).$$

Setzt man die Gleichung 28) und 29) einander gleich, so verschwindet T_1 und man erhält ausgerechnet

$$\frac{T_u}{T_2} = \frac{\varepsilon^{\alpha t} - \varepsilon^{-\alpha_0 t_0}}{\varepsilon^{\alpha t} - 1} - \frac{T_0}{T_2} \cdot \frac{1 - \varepsilon^{\alpha_0 t_0}}{\varepsilon^{\alpha t} - 1} \quad . \quad 30).$$

Nun ist aber

T_u gleich der maximalen Übertemperatur bei dauernder Überlastung (Verlust $= w_u$*),

*) E. T. Z. 1900, S. 1058.

T_2 gleich der maximalen Übertemperatur bei intermittierender Überlastung,

T_0 gleich der maximalen Übertemperatur bei Dauerbetrieb und dem Verluste w_0*).

Setzen wir T_2 gleich der Übertemperatur, welche die Maschine bei Dauerbetrieb mit Normallast, also dem Verluste w annehmen würde und beachten wir, daß sich die maximalen Übertemperaturen wie die Verluste verhalten, so wird

$$\frac{T_u}{T_2} = \frac{T_u}{T} = \frac{w_u}{w},$$

ferner ist bei Berücksichtigung der verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten

$$\frac{T_u}{T_2} = \frac{T_0}{T} = \frac{w_0}{O\lambda_0} : \frac{w}{O\lambda} = \frac{w_0}{w} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_0}.$$

Diese Werte in Gleichung 30) eingesetzt, geben

$$\frac{w_u}{w} = \frac{\varepsilon^{\alpha t} - \varepsilon^{-\alpha_0 t_0}}{\varepsilon^{\alpha t} - 1} - \frac{w_0}{w} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_0} \frac{1 - \varepsilon^{-\alpha_0 t_0}}{\varepsilon^{\alpha t} - 1} \quad . \quad 31).$$

Diese Formel ist freilich für das praktische Rechnen höchst unbequem. Man kann sie jedoch in eine bequemere Form bringen, indem man die Exponentialausdrücke in Reihen entwickelt. Ausgerechnet

$$\left.\begin{aligned} \frac{w_u}{w} &= 1 + \left(\frac{\lambda_0}{\lambda} - \frac{w_0}{w}\right)\frac{t_0}{t} \times \\ \times &\frac{1 - 0{\cdot}5\,\alpha_0 t_0 + 0{\cdot}167\,(\alpha_0 t_0)^2 - 0{\cdot}042\,(\alpha_0 t_0)^3 + \ldots}{1 + 0{\cdot}5\,\alpha t + 0{\cdot}167\,(\alpha t)^2 + 0{\cdot}042\,(\alpha t)^3 + \ldots} \end{aligned}\right\} 32),$$

wobei in der Regel schon die Glieder von der zweiten Potenz an weggelassen werden können.

Beispiel: Ein 70pferdiger offener Drehstrommotor habe folgende Daten:

Eisen- und Kupferverlust bei Vollast $w = 4000$ W,
" " " " Leerlauf $w_0 = 1225$ "
Zeitkonstante während dem Betriebe $\alpha = 0{\cdot}57$ (h),
" " " Stillstande $\alpha_0 = \frac{\alpha}{3} = 0{\cdot}19$.

Für welche Überlastung läßt sich der Motor ausführen:

1. wenn er abwechslungsweise 30 min belastet und 30 min leer läuft?
2. wenn er nach je 30minutigem Betriebe 30 min abgestellt wird?

Im ersten Falle ist $\lambda = \lambda_0$, $\alpha t = \alpha_0 t = 0{\cdot}57 \,.\, 0{\cdot}5 = 0{\cdot}285$, somit nach Gleichung 32)

$$\frac{w_u}{w} = 1 + \left(1 - \frac{1225}{4000}\right) \cdot \frac{1 - 0{\cdot}5 \,.\, 0{\cdot}285}{1 + 0{\cdot}5 \,.\, 0{\cdot}285} = 1{\cdot}6,$$

im zweiten Falle ist $\lambda_0 = \frac{\lambda}{3}$, $\alpha t = 0{\cdot}285$, $\alpha_0 t = 0{\cdot}095$, $w_0 = o$, daher

$$\frac{w_u}{w} = 1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{1 - 0{\cdot}5 \,.\, 0{\cdot}095}{1 + 0{\cdot}5 \,.\, 0{\cdot}285} = 1{\cdot}28$$

Unter der Annahme, daß die Verluste ungefähr wie die Belastungen zunehmen, verhalten sich die Überlastbarkeiten in beiden Fällen wie 1·6 : 1·28. Vorsichtshalber wird man mit etwas kleineren Werten rechnen, weil durch das Anlassen des Motors noch zusätzliche Verluste hinzukommen, die in der obigen Rechnung nicht inbegriffen sind.

Es erübrigt noch kurz den Fall eines Ölanlassers zu untersuchen. Wir benutzen wieder Gleichung 30), worin jetzt sinngemäß

t die Anlaßzeit,
t_0 die Zeit zwischen zwei Einschaltungen,
$T_2 = T$ die maximal zulässige Übertemperatur und
$T_u = \frac{w}{O\lambda}$ die Übertemperatur bedeutet, welche der Anlasser dauernd eingeschaltet annehmen würde.

Da während dem Betriebe des Motors der An-

*) Als Verluste kommen natürlich nur die Kupfer- und Eisenverluste, nicht aber die Reibungsverluste in Betracht.

Digitized by Google

lasser kurz geschaltet ist, so wird sowohl w_0 als T_0 gleich Null und es bleibt noch

$$\frac{T_u}{T_2} = \frac{w}{O\lambda T} = \frac{\varepsilon^{\alpha t} - \varepsilon^{-\alpha t_0}}{\varepsilon^{\alpha t} - 1}.$$

Entwickelt man ferner die Exponentialausdrücke in Reihen und vernachlässigt wegen der Kleinheit von αt und αt_0 sämtliche Glieder von der zweiten Potenz an, so bleibt noch ausgerechnet

$$t_0 = \left(\frac{w}{O\lambda T} - 1\right) t \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 33).$$

Zu dem gleichen Ausdrucke gelangt man übrigens durch eine einfache Überlegung: Während der Zeit t des Anlassers wird eine

$$\text{Wärmemenge} = w\,t \text{ Joule erzeugt,}$$

welche während der Zeit $t + t_0$ durch den Kasten an die Luft abgegeben werden muß. Folglich ist die sekundlich ausgestrahlte

$$\text{Wärmemenge} = \frac{w\,t}{t + t_0} \text{ W}$$

und die dadurch erzeugte Übertemperatur

$$T = \frac{w}{O\lambda} \frac{t}{t + t_0},$$

woraus sich ohne weiteres der obige Ausdruck ergibt. Die Ölmenge spielt hier, sofern es sich um kontinuierliches Einschalten handelt, sozusagen gar keine Rolle.

Beispiel: Man berechne, wie oft ein Ölanlasser unter Vollast in der Stunde angelassen werden kann, damit die Öltemperatur bei 20° Zimmertemperatur nicht über die Hälfte der Entflammungstemperatur (180°) hinausgeht.

Die Daten des Anlassers seien folgende:

Motorleistung = 10 PS,

Dauer des Anlassers = 9 s.

Abkühlungsfläche des Ölkastens (Seitenflächen)

$O = 1930$ cm², $\frac{1}{\lambda} = 1000$ (glatte Fläche), $T = \frac{180}{2} - 20 = 70$.

Angenommen, der Nutzeffekt des Motors betrage 85%, so muß beim Einschalten die volle Leistung von

$$\frac{10 \cdot 736}{0{\cdot}85} = 8700 \text{ W}$$

oder mit Berücksichtigung der Stromstöße rund 10 000 W verzehrt werden. Dieselbe nimmt natürlich in umgekehrtem Verhältnisse wie die Tourenzahl ab, so daß wir etwa mit der Hälfte rechnen können. Daraus folgt mit Bezug auf Gleichung 33)

$$t_0 = \left(\frac{5000 \cdot 1000}{1930 \cdot 70} - 1\right) \cdot 9 = 324 \text{ s}.$$

Somit darf der Anlasser in der Stunde

$$n = \frac{3600}{9 + 324} = \text{rund 11mal angelassen werden.}$$

Rundschau.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Selbsttätiger Drehstrommotoranlasser. W. Ernst. Bei dem von der Voigt & Haeffner A. G., Frankfurt a. M., angegebenen selbsttätigen Anlasser für Drehstrommotoren wird der Schalter für den Motorständer und der Anlaßwiderstand für den Rotor von einem Hilfsmotor betätigt, der stets in gleichem Sinne umläuft. In Verbindung mit einer Nullspannungsauslösung am Ständerschalter wird bei einfacher Ausführung Betriebssicherheit gewährleistet. Die Einrichtung ist aus Abb. 1 zu ersehen.

Steht der Schalthebel am Anlaßwiderstand vom letzten Spiel her noch auf Kurzschluß (II) des Rotors und legt man den Handschalter a in die Einschaltlage, so schließt das Einschaltrelais b den Hilfsmotor d an, der die Welle r verdreht und den Widerstand in die Anlaßstellung (I) bringt. Die dabei umlaufende Scheibe g nimmt durch den Nocken h den Schloßhebel i unter Spannung der Feder s mit, bis i bei k mit Hebel l des Ständerschalters m verkuppelt ist. Sobald h von i abgleitet, zieht die sich entspannende Feder die verklinkten Teile i, k, l an und Schalter m schließt sich, somit liegt der Ständer am Netz; der Hauptmotor q läuft also an, die Vorschaltwiderstände werden der Reihe nach ausgeschaltet bis die Stellung II erreicht ist. Dann schnappt der Schalter o in eine Vertiefung der Scheibe e und schaltet den Hilfsmotor ab. Sinkt die Spannung stark herunter, so reißt die Feder den Anker u vom

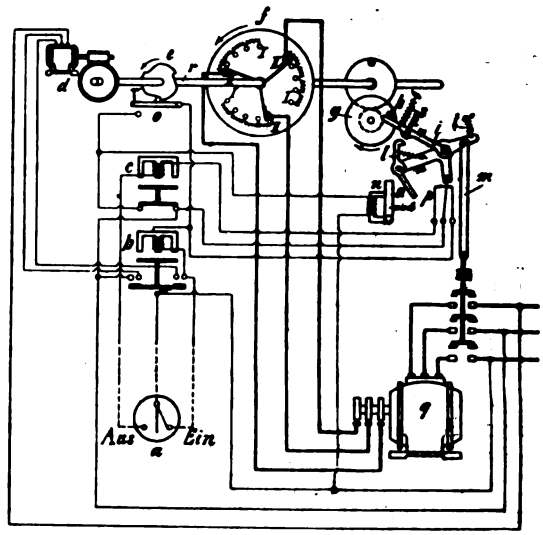


Abb. 1.

Nullspannungsmagneten n ab, dieser schlägt auf den Hebel l, löst dadurch die Verklinkung und die Feder t öffnet den Schalter m. Will man den Motor q abschalten, so legt man den Handschalter a in die entgegengesetzte Stellung um, in der er das Ausschaltrelais c betätigt; dieses unterbricht die Erregung des Relais n, so daß der abfallende Anker u desselben den Ständerschalter m in die Offenstellung bringt. Durch den vom Ständerschalter betätigten Kontakt p wird der Stromkreis von dem zuletzt betätigten Relais c ab- und auf das andere Relais b umgeschaltet. Bei Anlassern bis 40 kW und 300 V sind sämtliche Apparate bis auf die Anlaßwiderstände in ein Gehäuse eingeschlossen, durch dessen Fenster das Spiel der Einzelteile beobachtet werden kann; die Schalter m und f sind dabei als Walzenschalter gebaut, der Hilfsmotor benötigt 220 V. Für chemische Betriebe wird die ganze Apparatur, einschließlich Hilfsmotor in ein Ölbad eingestellt. Bei größeren Motoren bildet Hilfsmotor und Anlasserschaltwerk einen besonderen, in einem Gußgehäuse verwahrten Apparat, von dem aus der Ständerschalter und der Anlasser betätigt werden. Ersterer ist bei 100 kW und Spannungen über 500 V ein Ölschalter gekuppelter Bauart; der Anlasser wird durch ein Kettenrad mit Kette betätigt oder er kann auch als Ölschalter oder Walzenschalter ausgebildet sein. Für noch größere Leistungen und Spannungen bis 5000 V, ist der Ölschalter zum Betätigen des Ständers und die ganze Apparatur in ein Eisengerüst eingebaut, das in eine Niederspannungs- und eine Hochspannungsseite zerfällt. (E. T. Z. 39, Nr. 4, 1918.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrische Probelokomotiven für die Gotthardbahn. Die aus dem Bau von Dampflokomotiven entnommene Verbindung von Motor und Triebachse und der Motoren unter sich durch Schubstangen und Dreieckrahmen, bei der sich die Massen der Läufer und ihre Wechselwirkungen unangenehm fühlbar machen, wird bei der von der A.-G. Brown Boveri & Cie. angegebenen Bauart durch den Antrieb mit doppelter Schleppkurbel ersetzt. Mit einer derartigen für den elektrischen Betrieb auf der Gotthardbahn be-

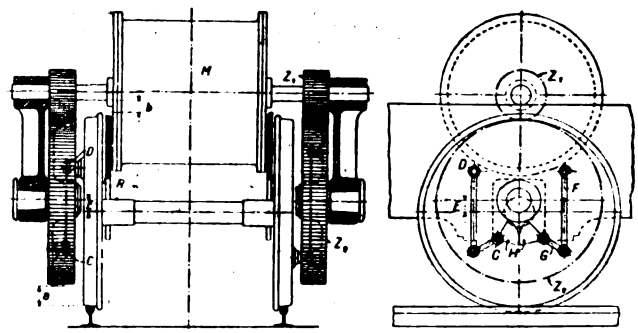


Abb. 2.

stimmten Lokomotive werden nunmehr Probefahrten unternommen. Der Motor M wirkt durch eine einfache, eventuell beidseitige Zahnradübersetzung Z_1 Z_2 (Abb. 2), außerhalb des Triebrades gelegen, und von

Digitized by Google

dort durch eine allseitig bewegliche Kupplung auf den Radsatz. Das Zahnrad Z_2 wird um ein Stück E exzentrisch gegenüber der Triebachse höher gelegt, wodurch es möglich ist, ein größeres Übersetzungsverhältnis einzubauen. Letzteres ist durch den Abstand a des Zahnrades von Schienenoberkante und durch den Abstand b des Radkranzes von der Motorwelle begrenzt. Die beiden Zapfen C des Zahnrades sind mit den Kuppelzapfen D des Radsatzes durch bewegliche Zwischenglieder verbunden, bestehend aus dem Schubstangenpaar F und dem Umkehrhebelpaar G.

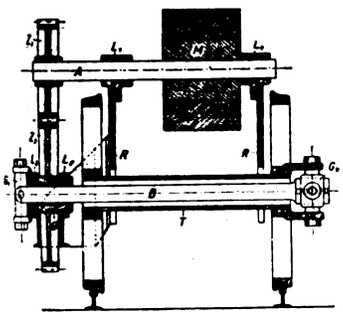


Abb. 3.

Ein anderer Einzelnachsenantrieb wird von O. Tschanz angegeben (Abb. 3). Am abgefederten Rahmen R sind die Motoren M bei L_1. L_1 fest gelagert. Das Zahnrad Z_1 greift in das bei L_2 festgelagerte Triebzahnrad Z_2, dessen Nabe G die zum Rahmen bezüglich ihrer Lage unveränderliche Achse bildet. Von dort wird das Drehmoment durch das Kreuzgelenk G_1 auf die die hohle Welle T durchsetzende Welle B und das Kreuzgelenk G_2 übertragen; in letzterem ist die Welle B längsverschiebbar. Die Leistung des Motors wird somit in jeder Lage der seitlich verschiebbaren und radial einstellbaren Triebachse stoßlos auf diese übertragen.

(Organ Fortschr. Eisenbahnw. Nr. 1, 1918, nach Schweiz. Bauz.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die thermoelektrischen Erscheinungen als Mittel zur Analyse der metallischen Mischkristalle und über den Ursprung der Thermokraft. G. Borelius, Lund. Mikroskopische und thermische Untersuchungen haben gezeigt, daß insbesondere bei den Legierungen der Metalle Au, Ag, Cu, Pt, Pd, Ni, Ir, Rh, Co, Fe und Mn häufig Legierungsreihen mit ununterbrochener Mischkristallbildung vorkommen. Eine Reihe von Arbeiten hat ferner dargetan, daß bei solchen Reihen die elektrische Leitfähigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Konzentration durch eine der Kettenlinie sehr ähnliche Kurve dargestellt wird, und Schulze hat an den Legierungen Pd—Au, Pd—Ag und Pd—Pt für die Wärmeleitfähigkeit dieselbe Gesetzmäßigkeit nachgewiesen. Schließlich sind zu gleicher Zeit verschiedene Forscher, insbesondere bezüglich der Legierungen Au—Ag, Au—Cu und Ni—Cu zu der Ansicht gelangt, daß auch für die Thermokraft die Kettenlinie den herrschenden Zusammenhang mit der Konzentration darstellt. Weitere Untersuchungen zu rein praktischen Zwecken, die von Geibel im Laboratorium der Firma W. C. Heraeus ausgeführt wurden und bei denen die vollständigen Reihen Pd—Au, Pd—Ag und Pd—Pt von 10% zu 10% und von 100° zu 100° bis zum Schmelzpunkt auf ihre Thermokraft geprüft wurden, haben neuerlich, insbesondere für Pt—Pd, auf die Kettenlinie geführt. Doch schon die Ergebnisse an Pd—Au und Pd—Ag legen die Annahme anderer Gesetzmäßigkeiten nahe. Borelius hat die von Geibel und Schulze benutzten Präparate auch zu seinen Versuchen verwendet, die vor allem das Studium der Peltierwärme betrafen*), und ist zu folgenden Schlüssen gelangt: Peltierwärme und Thermokraft pro Grad Temperaturdifferenz der untersuchten Mischkristallreihen können in ihrer Abhängigkeit von der Atomkonzentration oder Volumkonzentration des einen Komponenten durch Kurven dargestellt werden, die aus nahe geradlinigen Stücken zusammengesetzt sind. Die Schnittpunkte dieser Linien liegen an Stellen, wo die Atomprozente der Komponenten zueinander in einfachen Proportionen stehen. Aus diesen Sätzen folgt, daß die thermoelektrischen Erscheinungen sich als brauchbares Mittel zur Analyse der Mischkristalle erweisen. Die aufgefundenen Gesetzmäßigkeiten sind jedoch auch geeignet, einiges Licht auf die Fragen der Elektronentheorie zu werfen. Nach der rein gaskinetischen Elektronentheorie, der zufolge getrennte elastische Zusammenstöße zwischen den Elektronen und den Metallatomen stattfinden, besteht für die gegenseitige Peltierwärme zweier Metalle die Beziehung

$$P = \frac{R\,T}{c} \log \text{nat} \frac{n_1}{n_2},$$

worin R die Gaskonstante, T die absolute Temperatur, c die Äquivalentladung, n_1 und n_2 die Elektronenkonzentrationen in den beiden Metallen bezeichnen. Diesem Ausdrucke entsprechend müßte, wenn der Peltierkoeffizient sich linear mit der Atomkonzentration der Legierungen ändern soll, n sich nach einer Exponentialfunktion dieser Konzentration ändern, was sich kaum begründen läßt. Findet man aber den angeführten Ausdruck unzulänglich, so ist man auch weiterhin nicht an seine physikalischen Voraussetzungen, die getrennten elastischen Stöße und den Potentialsprung an der Kontaktfläche der Metalle als Folge der verschiedenen Elektronenkonzentrationen und als Ursache der Entwicklung oder Absorption von Wärme, gebunden und kann andere Erklärungsmöglichkeiten heranziehen. In verschiedenen Metallen wird die mittlere potentielle und kinetische Energie der beweglichen Elektronen verschieden sein. Durch die Differenz der Summen von potentieller und kinetischer Energie zweier Metalle wird zumindest ein Teil ihrer gegenseitigen Peltierwärme bestimmt. Bezüglich dieser mittleren Energie kann jedoch angenommen werden, daß sie sich proportional der Zahl der Kraftzentren oder auch der von ihnen aufgenommenen Volumina ändern. (Ann. d. Phys. 53, 615, 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Seiten 57, 109.

Über magnetische Eigenschaften der Zinkblende und einiger anderer Mineralien wurden sehr interessante Untersuchungen von F. Stutzer, W. Groß und K. Bornemann angestellt. Den Anlaß dazu ergab der aus der Aufbereitungstechnik bekannte Umstand, daß schwachmagnetische Mineralien (wie manche Zinkblenden) bereits in einer technisch verwertbaren Weise von starken Magnetfeldern angezogen werden. Eine besondere Schwierigkeit bei den Messungen ergab sich zunächst aus der Unsicherheit über die Größenordnung der zu messenden Suszeptibilitäten. Die Annahme, daß es sich um bereits schwach ferromagnetische Körper handelt, erwies sich als irrig. Indessen ist es gelungen, durch eine besondere Modifikation die Empfindlichkeit des ursprünglich nur für ferromagnetische Körper bestimmten Verfahrens wesentlich zu steigern. Zwei vollkommen gleiche Primärspulen wurden getrennt voneinander aufgestellt, so daß sie sich gegenseitig nicht beeinflussen konnten. Die Spulen waren auf Glasröhren geschoben, auf die unmittelbar sekundäre Windungen gewickelt waren. Die Primärspulen waren hintereinander geschaltet, die Sekundärspulen gegeneinander, so daß nach völliger Abgleichung bei einer plötzlichen Änderung des Primärstromes keine Induktionsströme mit Hilfe des im sekundären Stromkreis eingeschalteten ballistischen Galvanometers meßbar wurden. Wenn nun in eine der Spulen ein Körper mit besserer magnetischer Leitfähigkeit als Luft eingebracht wurde, mußte ein Ausschlag erwartet werden. Mit Zinkblende erwies sich jedoch dieser Effekt als zu schwach. Meßbare Ausschläge wurden jedoch erzielt, wenn im Primärkreis ein in schneller Folge periodisch unterbrochener Gleichstrom angewandt, der sekundär entstehende Wechselstrom in ununterbrochenen Gleichstrom umgewandelt und ein von letzterem bewirkter dauernder Galvanometerausschlag gemessen wurde. Es wurde festgestellt, daß die so erzielten Ausschläge den Suszeptibilitäten proportional sind. Die Stärke des Magnetfeldes unter den eingehaltenen Bedingungen ergibt sich zu 220 Einheiten. Zur Eichung der Meßeinrichtung wurden Eisenchloridlösungen benutzt.

Es wurden im ganzen 53 Mineralien untersucht. Die Suszeptibilität $\varkappa$ von 16 verschiedenen Zinkblendeproben schwankt zwischen $3{\cdot}17 \cdot 10^{-6}$ und $519{\cdot}36 \cdot 10^{-6}$; bei zwei Proben war sie unmeßbar klein. Die Suszeptibilität steigt im allgemeinen mit dem Eisengehalt der Zinkblende, aber nicht ganz streng. Die bisherigen Feststellungen über die Magnetisierbarkeit einiger Mineralspezies berechtigen zu folgenden Schlüssen: 1. Die Mineralien, deren Suszeptibilität $\varkappa$ zwischen 0 und $20 \cdot 10^{-6}$ liegt, sind als „unmagnetisch" zu bezeichnen. Hiezu gehören die Gangmineralien: Quarz, Kalkspat, Flußspat, Schwerspat, ferner Bleiglanz, Pyrit, Markasit und helle Zinkblenden mit höchstens 3% Fe. 2. Die Mineralien, deren Suszeptibilität höher als $20 \cdot 10^{-6}$ liegt, sind je nach dem Werte von $\varkappa$ als schwer oder leicht magnetisierbar anzusprechen. Ausgesprochen leicht magnetisierbar sind gemeiner Serpentin, Spekularit, Magnetkies, Ilmenit, Franklinit und Magnetit ($\varkappa$ = zirka $97\,350 \cdot 10^{-6}$ 3. In der Zusammensetzung ist als magnetisierender Bestandteil in erster Linie das Eisen maßgebend, soweit es in magnetisierbarer Form vorliegt; weiterhin ein Gehalt an Mn, Ni und Co sowie an paramagnetischen Kupferverbindungen.

(Metall und Erz, Heft 1, 1918.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

(Fortsetzung von Heft 18, Seite 216.)

Wendepole.

Um bei Wendepolmaschinen für alle Belastungen Bürstenfeuer zu verhindern, sollte die Induktion im Luftspalt zwischen Wendepol und Anker proportional dem Ankerstrom sein. Man wird sich dem idealen Zustand um so mehr nähern, je geringer die Wendepolflüsse sind und je reichlicher die Querschnitte des magnetischen Kreises bemessen sind. Der Fluß an der Wurzel des Wendepols ist im allgemeinen ein Mehrfaches des nützlichen Wendepolflusses, der in den Anker eintritt. Nach einer Erfindung von Rudolf Richter in Karlsruhe besteht der Wendepol aus zwei mit Wicklungen versehenen Teilen w_1 und w_2 (Abb. 5); beide haben verschiedene Querschnittsform und auch verschiedene Quer-

Digitized by Google

schnittsgröße. Wegen des größeren Flusses an der Wurzel des Wendepols ist der Querschnitt von w_1 größer als der von w_2. Der Querschnitt von w_2 entspricht der erwünschten Verteilung des Wendefeldes am Ankerumfang. Bei Anwendung dieses Wendepols besitzt die Induktion im

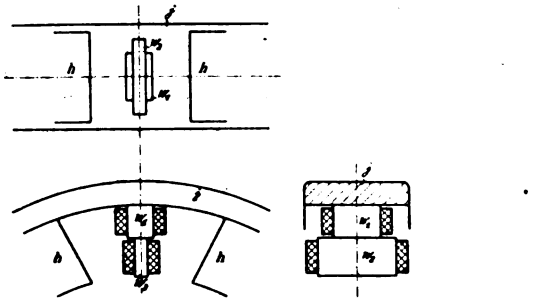


Abb. 5.

Luftspalt zwischen Wendepol und Anker den kleinsten möglichen Wert. Die Streuung wird verringert, weil die dem Hauptpol gegenüberstehende Fläche verkleinert ist; überdies wird Wicklungskupfer gespart. (D. R. P. Nr. 293 844.)

Um den magnetischen Widerstand von Wendepolen ändern zu können, ordent die A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) zwischen der großen Ansatzfläche des Wendepoles am Joch und dem Wendepolkern kleinerer Querschnittsfläche einen großen Luftspalt an, in dem ein pyramidenstumpfförmiges Eisenstück in der Richtung der Wendepolachse verschiebbar ist. Die eine der Ansatzfläche zugewandte Basisbegrenzungsfläche des Eisenstückes entspricht in ihrer Größe der großen Ansatzfläche am Joch, die andere Basisfläche dem Wendepolquerschnitt. Wird das Eisenstück der Ansatzfläche genähert, dann wird der magnetische Widerstand des Wendepoles größer, bei entgegengesetzter Bewegung kleiner, weil im ersten Falle der Luftspaltteil kleineren Querschnitts länger wird, im zweiten Falle der Luftspaltteil größeren Querschnitts. (D. R. P. Nr. 297 821.)

Beim Übergang vom Motor- zum Generatorbetrieb müssen die zur Kommutierung dienenden Hilfswicklungen von Reihenschlußwechselstromkommutatormotoren mit Reihenschlußtransformator zwischen Feld- und Rotorwicklung umgeschaltet werden. Nach einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin wird das gegen den Motorstrom phasenverschobene Wendefeld beim Generatorbetrieb durch Anlegen einer äußeren, gegen die Spannung der Hauptfeldwicklung um etwa 90° phasenverschobenen Spannung an die Kompensationswicklung oder Wendewicklung oder an beide erregt, während es beim Motorbetrieb durch Parallelschaltung von Ohmschem Widerstand zur Kompensations- oder Wendewicklung oder zu beiden erregt wird. (D. R. P. Nr. 292 656.)

Gegenstand einer Erfindung der Bergmann-Elektrizitäts-Werke A. G. in Berlin ist die Anordnung von Hilfspolen bei Mehrphasen-Wechselstrom Kollektormaschinen. Einen Verlauf der Wendespannung wie bei Gleichstrommaschinen erreicht man durch Kombination eines Rotorhilfsdrehfeldes mit einem System verschmälerter Statorhilfspole. Macht man das Rotorhilfsfeld so stark, daß die von ihm bei Stillstand und bei einem gewissen Strom in der kurzgeschlossenen Windung erzeugte Spannung gleich groß wird mit der von dem verschmälerten Hilfspol induzierten Spannung, so heben sich diese zwei Spannungen bei Stillstand auf und die resultierende Wendespannung des Motors wird über den ganzen Tourenbereich der Umlaufszahl proportional und hat dabei die richtige Richtung. Bei der praktischen Ausführung stehen die beiden Seiten der durch eine Bürste kurzgeschlossenen Ankerwindung unter der Wirkung von zwei Hilfspolen, die von demselben Strom erregt sind, der durch die, die Windung kurzschließenden Bürsten in den Anker tritt. Zwischen diesen beiden Wendepolen sind noch zwei Wendepole angeordnet, deren Erregung durch die Phase 2 bezw. 3 geschieht. (D. R. P. Nr. 291 752.)

Die genannte Firma gibt eine besondere Anordnung der Wendepole in den Ständern von Mehrphasenkollektormotoren an, die mit Bürstenverschiebung eingerichtet sind. Bei diesen Motoren ändert sich der Ort der Kommutierung. Die Hilfspole werden nicht mehr konzentrisch zur Hauptwicklung der zugehörigen Phase angeordnet, sondern werden so weit verschoben, daß die der Kurzschlußstellung zugekehrte Polflanke die kommutierende Windung in der dem Kurzschlußpunkt zunächst liegenden Betriebsendstellung gerade noch deckt und daß weiterhin die Hilfspole nicht den ganzen Bereich der Bürstenverschiebung umfassen, sondern nur den Teil, in dem ohne ihre Einwirkung die Kommutierungsspannung bei den betriebsmäßig vorkommenden Umlaufszahlen noch unzulässige Werte annehmen könnte. Die Hilfspole werden so schmal ausgeführt, wie das Erfordernis einer funkenfreien Kommutierung es nur irgend zuläßt. (D. R. P. Nr. 298 277.)

Funkenverhütungseinrichtungen.

Von den Österreichischen Brown Boveri-Werken A. G. in Wien rührt eine Einrichtung zur Vermeidung von Rundfeuer am Kollektor von Hochspannungsgleichstromgeneratoren für Traktionszwecke her, die darin besteht, daß auf den Feldpolen der Maschine eine Reihengegenkompoundwicklung angeordnet wird, die derart bemessen ist, daß sie bei normaler Belastung nur einen geringen Spannungsabfall erzeugt, bei Kurzschluß im Netz dagegen das Feld der Maschine mindestens zum größten Teile vernichtet. (Ö. P. Nr. 73 134.)

Um einen Kommutatoranker für möglichst hohe Spannung zu bauen, werden oft pro Steg des Kommutators zwei oder mehr Windungen in Reihe geschaltet. Zur Verbesserung der Kommutation werden diese Windungen gewöhnlich nicht in die gleichen Nuten, sondern in benachbarte Nuten gelegt. Damit nun bei einer derartigen Wicklung immer in den Nuten der aus dem Kurzschluß tretenden Windungen kurzgeschlossene Stäbe liegen und daher immer durch derartige Stäbe eine dämpfende Wirkung ausgeübt wird, trifft die A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) folgende Anordnung der Windungen. Die vier Stäbe 1, 2, 3, 4 (Abb. 6) der Spule sind so angeordnet, daß jeder Stab

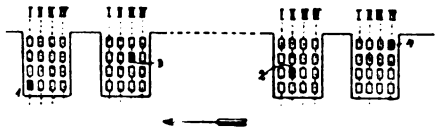


Abb. 6.

einer anderen vertikalen Schicht *I*, *II*, *III*, *IV* angehört. Wenn in diesem Falle die vier Stäbe einer Spule aus dem Kurzschluß treten, so findet stets eine Dämpfung durch andere noch im Kurzschluß befindliche Spulen statt, da sich Stäbe dieser Spulen teilweise auch in denjenigen Nuten befinden, in welchen die Stäbe der aus dem Kurzschluß tretenden Spule liegen. Die dämpfenden Stäbe liegen jeweils in der in der Drehrichtung zurückliegenden Schicht, also sind beim Austritt der Stäbe 1, 2 3, 4 aus dem Kurzschluß die Stäbe 1, 2, 3 gedämpft, nur 4 ist ungedämpft. (D. R. P. Nr. 294 815.)

Kompensationseinrichtungen.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft die Art der Unterbringung von Leitern einer Kompensationswicklung an elektrischen Maschinen. In

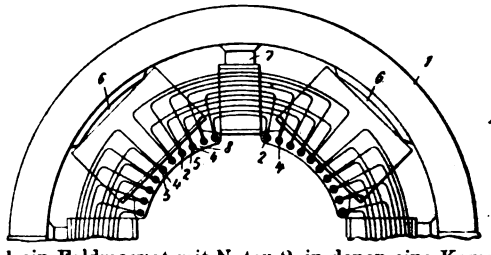


Abb. 7.

Abb. 7 ist 1 ein Feldmagnet mit Nuten 2, in denen eine Kompensationswicklung untergebracht ist. Die Leiter 4, 5 dieser Wicklung sind ineinander gelagert und voneinander isoliert. 6 sind die Haupt- und 7 die Wendepole. Die Leiter 4 bestehen aus Rundstäben, die von den rohrförmigen Leitern 5 durch Isolierrohre getrennt sind. (D. R. P. Nr. 300 211.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Ein mechanischer Rechenbehelf für Koordinatentransformation. Von Dr. O. Srnka. E. u. M. 1918, Heft 13, S. 155.

Mit Bezugnahme auf den Aufsatz des Herrn Dr. Oskar Srnka gestatte ich mir darauf hinzuweisen, daß ich eine im Prinzip gleiche Vorrichtung anläßlich eines Vortrages im Elektrotechnischen Verein in Wien am 10. Februar 1916 erläutert und im Lichtbild vorgezeigt habe. Eine Abbildung und kurze Beschreibung dieser Vorrichtung für einen besonderen Zweck ist in E. u. M. 1916, Heft 21, S. 153, enthalten.

Die Ausführung derselben wurde so durchgeführt, daß die feststehenden Skalen auf weißes, die bewegliche Skala mit Winkel- und Cosinusteilung in Spiegelschrift auf durchsichtiges Zelluloid gedruckt wurden. Durch Aufeinanderlegen kommen die Teilungen in unmittelbare Berührung und gestatten eine leichte Einstellung und genaue Ablesung. Die von Herrn Dr. Oskar Srnka beschriebene Ausführungsform dürfte allerdings für die Handhabung bequemer, in der Herstellung jedoch wesentlich teurer sein.

Zug (Schweiz), 8. April 1918. *R. Stöppler.*

Erwiderung.

Zu dem obigen Hinweis der Herrn Oberingenieur R. Stöppler erlaube ich mir zu bemerken, daß mir seine Vorrichtung und die bezüglichen Erläuterungen anläßlich seines Vortrages in Wien nicht bekannt sind, weil ich jenem Vortrage nicht beiwohnte, weshalb ich mich eines näheren Vergleiches entschlagen muß. Soferne es sich jedoch um die in E. u. M. 1916, Heft 21, enthaltene Abbildung und Beschreibung der besagten Vorrichtung handelt, so vermag ich bloß eine rein äußere Ähnlichkeit zu konstatieren, denn der Verwendungszweck ist in den beiden Fällen gänzlich verschieden, abgesehen von dem Umstand, daß meine Vorrichtung in der Verwendung auch noch ungleich vielseitiger ist. Die Tatsache der zugestandenen bequemeren Handhabung sowie der soliden Bauart und der eben erwähnten Vielseitigkeit der Verwendungsmöglichkeit rechtfertigt wohl vollauf die höheren Herstellungskosten.

Brünn, 26. April 1918. *Dr. O. Srnka.*

Personalnachricht.

Ing. Hans Altmann, Verwaltungsrat und Direktor der Gesellschaft für elektrische Industrie, wurde der Titel eines Baurates verliehen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
19. Mai 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 20.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Streuung (Diffusion) des Lichtes und ihre Kennzeichnung. Von Dr. Ing N. A. Halbertsma 225

Starkstromunfälle in elektrischen Betrieben Österreichs im Jahre 1917 233
Rundschau 234

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 235
Personalnachricht 236

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Streuung (Diffusion) des Lichtes und ihre Kennzeichnung.

Von Dr. Ing. N. A. Halbertsma, Frankfurt a. M.

Über den in der Lichttechnik vielfach gebrauchten Begriff der Diffusion herrscht immer noch Unklarheit. Die „Diffusion des Lichtes" wurde ein Schlagwort und teilt als solches das Schicksal aller Schlagwörter, viel benutzt aber selten richtig verstanden zu werden.

Diffuses Licht, diffuse Beleuchtung und ähnliche Ausdrücke werden vielfach in dem Sinne einer dem Auge angenehmen, blendungsfreien Beleuchtung ohne scharfe Schatten und dergl. gebraucht. Mit der Zunahme der Flächenhelle, einer unvermeidlichen Folge der meisten Fortschritte auf dem Gebiet der Lichterzeugung, werden die diffuse Beleuchtung und das diffuse Licht vielfach als allgemein verwendbare Mittel gegen die starken Anforderungen betrachtet, die unsachgemäß entworfene moderne Beleuchtungsanlagen an das Auge stellen.

Wenn auch diffuses Licht und diffuse Beleuchtung in gewissen Beziehungen zueinander stehen, so ist es doch erforderlich, streng zwischen der Diffusion des Lichtes und dem, was man bis jetzt unter „Diffusion der Beleuchtung" verstanden hat, zu unterscheiden.

Norden hat*) bei seiner Schattentheorie die Diffusion der Beleuchtung erstmalig zum Gegenstand zahlenmäßiger Untersuchungen gemacht. Aber schon vorher wurde der Begriff der diffusen Beleuchtung angewandt. Man hat darunter die Beleuchtung durch zerstreutes Licht verstanden. Die Unzulässigkeit dieser Vorstellung geht aus Folgendem hervor. Umgibt man eine Lichtquelle, etwa eine Bogenlampe, mit einer Glocke aus Milchglas, so wird das Licht der Bogenlampe durch das Milchglas zerstreut. Zweifellos ist das Licht jetzt diffus, die Beleuchtung aber nicht, und zwar um so weniger, je kleiner die Milchglasglocke ist. Ob die Beleuchtung diffus ist, hängt also nicht ausschließlich davon ab, ob das Licht diffus ist. Mit diffusem Licht kann eine sehr wenig diffuse Beleuchtung erzielt werden, während es umgekehrt möglich ist, etwa durch zahlreiche an der Decke eines Raumes angeordnete Glühlampen eine sehr diffuse Beleuchtung zu erzielen, ohne daß irgend eine Diffusion des Lichtes stattgefunden hat.

Unter Diffusion oder Streuung des Lichtes versteht man zunächst die Vergrößerung des von einem Lichtstrahlenkegel eingenommenen räumlichen Winkels. Dieser Vorgang läßt sich nur durch optische Mittel erzielen, die von dem Strahlenkegel getroffen werden, und zwar:

1. durch Brechung des Lichtes, sowohl durch Prismen oder Zylinderlinsen (Streuer für Scheinwerfer) oder durch Linsen (Zerstreuungslinsen). Theoretisch ist auch durch Sammellinsen die Zerstreuung eines Strahlenkegels möglich;

*) E. T. Z. 32. 607. 1911.

2. durch spiegelnde Reflexion des Lichtes, die von der unter 4 erwähnten diffusen Reflexion wesentlich verschieden ist. Erhabene (konvexe) Spiegel zerstreuen einen auf sie fallenden Strahlenkegel durch Reflexion. Für Hohlspiegel gilt das unter 1 für Sammellinsen Gesagte;

3. durch diffuse Transmission. Diese erfolgt in durchscheinenden Medien selbst (zumeist in Milchglas, Papier, Nebel und anderen „trüben Medien") oder in einer sehr dünnen Oberflächenschicht eines sonst durchsichtigen Stoffes (zum Beispiel beim mattierten Glas);

4. durch diffuse Reflexion. Hierunter verstehen wir die Reflexion des Lichtes, die nicht dem Gesetz für die spiegelnde Reflexion folgt. Die diffuse Reflexion ist außerordentlich häufig. Papier, Gipsanstrich, Sand sind nur wenige Beispiele. Die diffuse Reflexion ist viel mehr verbreitet als die spiegelnde Reflexion, sie ist es, die die Gegenstände dem Auge sichtbar macht;

5. die Streuung des Lichtes durch Beugung soll nicht weiter berücksichtigt werden. Diese Erscheinung hat wohl vom optischen Standpunkt großes Interesse, ist aber für die Lichttechnik von keiner praktischen Bedeutung.

Diffuse Transmission und diffuse Reflexion des Lichtes treten stets zusammen auf. Bei durchscheinenden Körpern ist dieses ohne weiteres ersichtlich. Auf der vom Lichtstrahlenkegel getroffenen Seite findet stets eine diffuse Reflexion statt, während die diffuse Transmission des Lichtes auf der anderen Seite erfolgt. Bei undurchscheinenden (lichtundurchlässigen) Körpern tritt nur die diffuse Reflexion auf. Die Grenze ist nicht scharf zu ziehen, da undurchscheinende Körper in dünner Schicht oft durchscheinend werden (Gips, Marmor), so wie undurchsichtige Körper auch durchsichtig werden können (Metalle in sehr dünnen Schichten).

Unter Diffusion oder Streuung des Lichtes im engeren Sinne werden nur die unter 3 und 4 beschriebenen Erscheinungen verstanden. Für die Streuung des Lichtes im weiteren Sinne, als Vergrößerung des räumlichen Winkels eines Lichtstrahlenkegels, gilt folgende Übersicht:

Tabelle I.

	Das Licht geht durch das Medium hindurch	Das Licht wird zurückgeworfen
Regulär	*A.* Brechung (Medium durchsichtig)	*B.* Spiegelnde Reflexion (Medium undurchsichtig)
Diffus	*C.* Diffuse Transmission (Medium durchscheinend)	*D.* Diffuse Reflexion (Medium undurchscheinend)

Diese Erscheinungen können zu mehreren gleichzeitig auftreten, zum Beispiel

Digitized by Google

A und *B* bei allen durchsichtigen Medien mit anderer optischer Dichte als die der Luft, bei denen ein Teil des Lichtes gebrochen, ein Teil aber nach dem Fresnelschen Gesetz an der Oberfläche reflektiert wird;

C und *D* bei allen durchscheinenden Medien;

B, *C* und *D* bei durchscheinenden Medien mit glatter Oberfläche (zum Beispiel Milchglas);

A, *B*, *C* und *D* bei Medien, die für gewisse Wellenlängen durchsichtig, für andere aber durchscheinend sind (wie Milchglas in dünnen Schichten, opaleszente Stoffe).

Betrachten wir die Vergrößerung des räumlichen Winkels bei der Zerstreuung des Lichtes, so ergibt sich zunächst ein wesentlicher Unterschied in dem Verhalten der beiden Gruppen *A*, *B* und *C*, *D*. In Tabelle I ist die erste Gruppe als die der „regulären" Erscheinungen bezeichnet, die zweite als die der „diffusen" Erscheinungen. Bei den erstgenannten ist nach der Streuung der neue räumliche Winkel des Strahlenkegels genau bestimmt. Wird der räumliche Winkel von ω_e (Raumwinkel der einfallenden Strahlen) auf ω_a (Raumwinkel der austretenden Strahlen) vergrößert, so ist, verlustlose Zerstreuung vorausgesetzt (das heißt, wenn der Lichtstrom $\Phi_a = \Phi_e$)

$$J_e \,.\, \omega_e = J_a \,.\, \omega_a,$$

so daß die Lichtstärke des austretenden Lichtes:

$$J_a = J_e \,.\, \frac{\omega_e}{\omega_a}.$$

Jede Zerstreuung eines Lichtstrahlenkegels bringt also eine entsprechende Verringerung jener Größe $J = \frac{d\Phi}{d\omega}$ (Raumwinkeldichte des Lichtstromes) mit sich, die wir als Lichtstärke des Strahlenkegels bezeichnen und von der wir annehmen, daß sie für den ganzen Strahlenkegel gleich ist.

Die Zerstreuung des Lichtes erfolgt bei der diffusen Reflexion und der diffusen Transmission in einer anderen Weise, welche die Anwendung der obigen Gleichungen nicht zuläßt. Bei dem austretenden Licht ist die Lichtstärke nicht durchweg gleich. Es zeigen sich im Gegenteile ganz erhebliche Unterschiede, die am besten veranschaulicht werden durch die Lichtverteilungskurve eines kleinen Stückes der lichtstreuenden Fläche. Zulässig ist diese Darstellung durch eine Kurve (wie bei jeder Lichtverteilung) nur, wenn die Lichtausstrahlung symmetrisch zu einer Senkrechten auf dem Flächenelement stattfindet. Die eigentliche Darstellung der Lichtverteilung, die photometrische Fläche (auch als „photometrischer Körper" bezeichnet), ist dann eine Rotationsfläche, die durch einen axial geführten Schnitt eindeutig bestimmt wird. Dieser ebene Schnitt ist die Lichtverteilungskurve. Für die Lichtverteilungskurve des diffusen (zerstreuten) Lichtes hat Crova die Bezeichnung „Indikatrix der Diffusion" eingeführt.

Orthotrop ist die Diffusion, wenn ihre Indikatrix stets symmetrisch zu einer auf der lichtstreuenden Fläche errichteten Senkrechten ist, auch dann, wenn der ursprüngliche Strahlenkegel die lichtstreuende Fläche nicht senkrecht trifft. (Orthotrop ist zum Beispiel Milchglas.) Bei den nicht orthotropen Medien (zum Beispiel bei Mattglas) ist die Indikatrix der Diffusion nur dann symmetrisch, wenn der Strahlenkegel senkrecht auftrifft. Es gibt auch Medien, die sogar in diesem Falle keine symmetrische Diffusion zeigen, wie Kunstgläser, Gläser mit prismatischen Rippen und dergl.

Durch die Indikatrix der Diffusion ist die Zerstreuung des Lichtes vollständig und eindeutig gekennzeichnet. Aus der Form dieser Kurve kann man darauf schließen, ob eine geringe oder starke Zerstreuung des Lichtes stattfindet, man kann ihr die Lichtstärke des lichtstreuenden Flächenelementes in irgend einer Richtung entnehmen und kann außerdem die Größe des zerstreuten Lichtstromes ermitteln durch jene Konstruktionen, die den Lichtstrom aus einer beliebigen Lichtverteilungskurve berechnen lassen, in erster Linie also durch das Rousseausche Lichtstromdiagramm. Die von L. Weber angegebene Konstruktion für die Ermittlung des Lichtstromes aus der Indikatrix der Diffusion*) ist ebenfalls auf die Konstruktion eines Rousseauschen Diagrammes zurückzuführen.

Der ideale Fall der Lichtstreuung ist durch das photometrische Gesetz von Lambert gegeben. Danach soll die von einem Flächenelement (in einer bestimmten Richtung) ausgestrahlte Lichtmenge, die auf ein anderes Flächenelement senkrecht auftritt, also nicht Φ, sondern $\frac{d\Phi}{d\omega} = J$ dem Cosinus des Ausstrahlungswinkels proportional sein.

Die Funktion $J_\alpha = J_{max} \,.\, \cos\alpha$ wird graphisch als ein Kreis dargestellt, der durch den Koordinatenursprung geht (Abb. 1). Die Lichtstreuung mit dieser Indikatrix wird als vollkommene Diffusion bezeichnet aus folgenden Gründen:

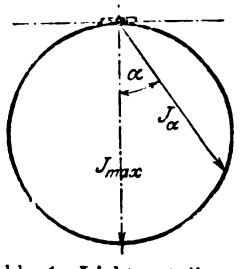


Abb. 1. Lichtverteilung bei vollkommener Diffusion.

1. Bei der vollkommenen Diffusion gestalten sich die photometrischen Berechnungen infolge der Anwendung des Lambertschen Gesetzes am einfachsten. In vielen Fällen sind Berechnungen überhaupt nur unter Voraussetzung dieser vollkommenen Diffusion möglich.

2. Bei der vollkommenen Diffusion ist die Flächenhelle *e*, der Quotient aus Lichtstärke ($J \,.\, \cos\alpha$) und der scheinbaren Größe des Flächenelementes ($df \,.\, \cos\alpha$) für alle Richtungen, aus der das Flächenelement betrachtet wird, gleich. Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Lichtausstrahlung konvexer Flächen und Körper auf projektiv-geometrischem Wege berechnen**).

3. Die dem Lambertschen Gesetz entsprechende Zerstreuung des Lichtes ist auch in dem Sinne vollkommen, als sie das überhaupt mögliche Maximum der Streuung des von einem Flächenelemente ausgehenden Lichtes darstellt. Unter Maximum der Streuung ist hiebei zu verstehen, daß in keiner Richtung die Lichtstärke $J_\alpha > J_{max} \,.\, \cos\alpha$ ist.

Selbstleuchtende Flächen (primäre Lichtquellen) strahlen das Licht mit sehr großer Annäherung dem Lambertschen Gesetz entsprechend aus***).

Für nicht selbstleuchtende Flächen (sekundäre Lichtquellen), welche die diffuse Reflexion und die diffuse Transmission des Lichtes zeigen, ergibt sich dagegen eine außerordentliche Verschiedenheit der Indikratrix der Diffusion, von einer nahezu vollkommenen

*) Z. f. Bel. Wesen 28. 289. 1912.

**) Halbertsma, Lichttechnische Studien, Leipzig 1916, Seite 3–26.

***) Uppenborn-Monasch, Lehrbuch der Photometrie, 1912, Seite 23.

Digitized by Google

Streuung des Lichtes (Gips, Milchglas) bis zu einer sehr schwachen Streuung, wie sie zum Beispiel bei leicht mattierten Gläsern auftritt (unvollkommene Diffusion, Abb. 2).

Während die Indikatrix den Charakter der Diffusion durch eine Kurve vollständig kennzeichnet, hat man schon frühzeitig das Bedürfnis empfunden, den Grad der Diffusion in einer anderen einfachen Weise, etwa durch eine Zahl wiederzugeben. Denn es sei schon hier erwähnt, daß die Diffusion ihre wichtigste praktische Anwendung in Beleuchtungsanlagen findet als Mittel, um die Flächenhelle der Lichtquellen zu verringern. Auch für andere Anwendungsgebiete, wie Projektionsschirme, Oberlichtfenster usw., wäre eine einfachere Kennzeichnung der Diffusion, als sie in der Indikatrix gegeben ist, erwünscht. Zunächst teilt die Indikatrix mit Lichtverteilungskurven in Polarkoordinaten die Eigenschaft, insoferne irre zu führen, als unwillkürlich Schlüsse aus dem Flächeninhalt der Kurve auf den Lichtstrom gezogen werden. Außerdem ist die jedesmalige Kennzeichnung durch eine Kurve praktisch nicht durchführbar.

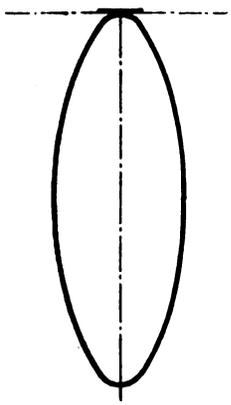


Abb. 2. Lichtverteilung bei unvollkommener Diffussion.

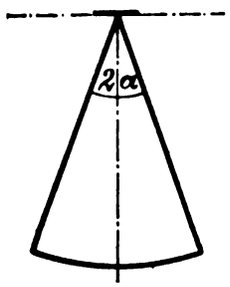


Abb. 3.

Würde die Streuung des Lichtes in einem scharf begrenzten Lichtkegel erfolgen, wie bei Linsen oder Spiegeln, so daß die Indikatrix etwa die Gestalt der Abb. 3 hätte, so könnte man die Diffusion durch den Spitzenwinkel des Lichtkegels (2α) oder durch den entsprechenden Raumwinkel $\omega = 2\pi.(1 - \cos\alpha)$ kennzeichnen (siehe Seite 226). Die Berechnung des zerstreuten Lichtstromes könnte dann, wie dort angegeben, erfolgen. Aus verschiedenen Gründen ist dieses Verfahren nicht angängig. Der Spitzenwinkel 2α, welcher der Auffassung am zugänglichsten ist, gibt ein falsches Bild von dem Raumwinkel, da er diesem nicht proportional ist. Der Raumwinkel selbst ist leider ein in weiten technischen Kreisen noch ungeläufiger Begriff. Schließlich ist es bei der diffusen Reflexion und Transmission schwer, wenn nicht undurchführbar, diesen Winkel 2α bezw. ω einwandfrei anzugeben, da die Lichtstärke eine Funktion des Ausstrahlungswinkels ist.

Betrachten wir zunächst die verschiedenen Vorschläge, die für eine zahlenmäßige Kennzeichnung der Streuung gemacht sind.

In einer wenig bekannten Arbeit*) über die Diffusion des Lichtes durch Milchglas führt Chwolson die Lichtstärke unter 60° als Charakteristikum der Diffusion ein. Die Wahl von 60°, anstatt eines anderen Winkels (zum Beispiel 45°), ist darin begründet, daß bei vollkommener Diffusion nach dem Lambertschen Gesetz $J_{60} = 0{\cdot}50\, J_{max}$ ist. Chwolson fand, daß diese Beziehung auch bei dicken Milchglasplatten nicht verwirklicht wurde. Er fand $J_{60} = 0{\cdot}43 - 0{\cdot}44\ J_{max}$ für Plattenstärken von 2·13 bis 0·31 mm herunter. Erst bei weiterer Abnahme der Plattenstärke wurde die Diffusion weniger gut.

Tabelle II.

Plattenstärke poliert	Plattenstärke matt	J_{60} in % von J_{max}
—	1·114	43·85
0·775	—	43·88
—	0·607	43·33
0·317	—	44·02
—	0·306	43·38
0·162	—	32·10

Chwolson benutzte also das Verhältnis $J_{60}:J_{max}$ als Diffusionskoeffizienten und zeigte, daß es zur stärksten Diffusion des Lichtes nicht notwendig ist, über eine gewisse Stärke des lichtstreuenden Mediums hinauszugehen, eine Erfahrung, die in der weiten Verbreitung der opalüberfangenen Gläser ihre praktische Bestätigung findet, denn diese bestehen aus einer dünnen Milchglasschicht auf einer starken Klarglasschicht.

Nach Elliott**) soll das Lichtstreuungsvermögen von Gläsern durch das Verhältnis der minimalen Flächenhelle am äußersten Rand einer kugelförmigen Glocke aus dem betreffenden Material zur maximalen Flächenhelle in der Mitte angegeben werden. Infolge der schwierigen Messung der Flächenhelle am äußersten Glockenrand (wegen der endlichen Größe des Photometervergleichsfeldes) müßte praktisch eine andere Stelle für die Messung der kleineren Flächenhelle in Frage kommen, die etwa auf der Hälfte zwischen Mitte und Rand liegen kann. Mit Recht ist von Luckiesh***) darauf hingewiesen worden, daß diese Messung wohl ein Bild von der Lichtstreuung durch die betreffende Kugel geben würde, aber kein richtiges Bild von der als Materialkonstante anzusehenden Diffusion durch das Medium selbst.

Luckiesh gibt dann für die verschiedenen lichtstreuenden Gläser das Verhältnis der Flächenhellen $\frac{\epsilon_{60}}{\epsilon_{max}}$ als Diffusionskoeffizient an und daneben die ganze Indikatrix der Diffusion (die Chwolson nicht genau aufgenommen hatte). Mit 0·5 (cos 60°) multipliziert entsprechen die Diffusionskoeffizienten den Verhältniszahlen $\frac{J_{60}}{J_{max}}$ von Chwolson.

Luckiesh erhält zum Beispiel

Tabelle III.

Glasart	Diffusionskoeffizient
Opalüberfangenes Glas	0·880
Opaleszentes Glas (mattiert)	0·475
„ „ (nicht mattiert) . .	0·240
Mattiertes Klarglas	0·027

Zur Kennzeichnung der diffusen Reflexion bei Auffangschirmen für Projektionszwecke führt Obermayer†) den nutzbaren Streuungswinkel ein und definiert diesen als den Winkel, innerhalb dessen die Bilder auf dem Projektionsschirm heller erscheinen als

*) Bull. de l'Acad. Imp. de St. Petersbourg. 31. 214. 1887.

**) Illuminating Engineer (New-York) 5. 307. 1910.

***) Electr. World 60. 1042. 1912.

†) Photographische Korrespondenz 47. 66. 1910.

Digitized by Google

auf einem Papierschirm. Der Schnittpunkt der Indikatrix des weißen Papierschirmes mit der Indikatrix eines anderen Projektionsschirmes (bei gleichem HK-Maßstab) bestimmt diesen nutzbaren Streuungswinkel.

Andere willkürliche Vorschläge für die Kennzeichnung der Lichtstreuung und ihre Messung erfüllen nicht die Voraussetzungen, daß die Messung einen physikalischen Sinn haben und unabhängig von irgend welchen Nebenumständen sein muß. Diese Vorschläge, in die zum Teil die Bestimmung des wahren oder scheinbaren Absorptionsvermögens hineinspielt, brauchen deshalb nicht berücksichtigt zu werden.

Zwei theoretisch interessante Vorschläge zur Kennzeichnung der Diffusion seien hier jedoch noch erwähnt. Der erste findet sich in einer Arbeit von Ångström „Über die Diffusion der strahlenden Wärme von ebenen Flächen"*). Für sichtbare Strahlung gelten die gleichen Verhältnisse, die Ångström für die Wärmestrahlung ableitet. Er betrachtet die Indikatrix der Diffusion als eine Ellipse, deren Hauptachse senkrecht zur strahlenden Ebene steht, und bestimmt die Gestalt der Indikatrix durch das Verhältnis der großen Achse zur kleinen Achse. $\mu = \frac{a}{b}$ ist somit eine Zahl zur Beurteilung der Streuung. Für die vollkommene Streuung, bei der die Ellipse zum Kreis wird, ist $\mu = 1$. Die Streuung ist umso unvollkommener, je größer μ ist.

Sumpner**) stellt die Indikatrix der Diffusion durch die Gleichung $J = J_{max} . \cos^n \alpha$ dar, von der das Lambertsche Gesetz für die vollkommene Diffusion ein Sonderfall ($n = 1$) ist. Hier dient der Exponent n der Cosinusfunktion als Zahl zur Kennzeichnung der Streuung.

Praktische Bedeutung haben diese beiden Vorschläge schon aus dem Grunde nicht, weil die Indikatrix der Diffusion weder eine Ellipse noch eine Kurve nach der Sumpnerschen Gleichung zu sein braucht. Es handelt sich nur um Versuche, die Indikatrix annähernd durch eine Kurvengleichung darzustellen, aus der dann auf analytischem Wege der Lichtstrom ermittelt werden kann (vgl. Seite 232).

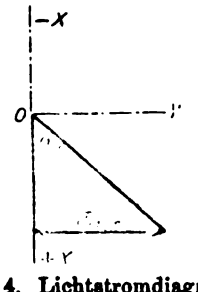


Abb. 4. Lichtstromdiagramm für vollkommene Diffusion.

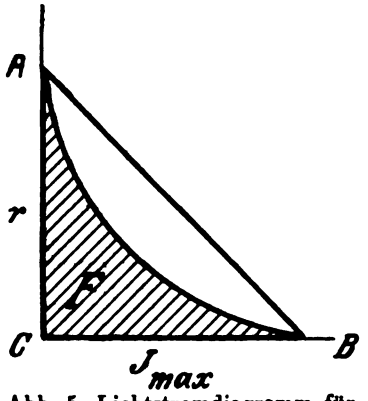


Abb. 5. Lichtstromdiagramm für unvollkommene Diffusion.

Von dem oben angeführten Streukoeffizienten sind wohl die von Chwolson und Luckiesh gebrauchten die einfachsten und besten. Die Wahl des Winkels $\alpha = 60^0$ ist jedoch willkürlich, mit gleichem Rechte könnten 45^0, 75^0 usw. benutzt werden. Es ist ferner der Fall denkbar, daß unter 60^0 eine Lichtstärke überhaupt nicht vorhanden oder nicht mehr meßbar ist. Der Streukoeffizient wäre dann 0, trotzdem noch wesentliche Unterschiede in der Indikatrix vorhanden sein können, die zum Beispiel bei der Wahl eines kleineren Winkels noch verschiedene Streukoeffizienten liefern würden.

Es soll im folgenden ein Streukoefffzient vorgeschlagen werden, der sich auf einfache Weise aus dem Lichtstromdiagramm (Rousseau-Diagramm) ergibt.

Bildet man zu der Indikatrix der vollkommenen Diffusion das Lichtstromdiagramm, dessen Fläche ein Maß für den zerstreuten Lichtstrom ist, so erhält man ein Dreieck (Abb. 4). Für eine andere Indikatrix (unvollkommene Streuung) mit gleichem J_{max} wird das Lichtstromdiagramm nur einen Teil des Dreiecks ABC einnehmen (Abb. 5).

Das Verhältnis der schraffierten Fläche zu dem Dreieck ABC sei das Streuvermögen σ. Aus dem Inhalt der Fläche ergibt sich der Lichtstrom zu

$$\Phi = F . \pi . \frac{2n}{r}.$$

wobei

n = Lichtstärkemaßstab (HK pro Längeneinheit),

r = Grundlinie AC des Diagramms in derselben Längeneinheit.

Das Dreieck ABC stellt den Lichtstrom der vollkommenen Diffusion dar:

$$\Phi = \frac{r . CB}{2} . \pi . \frac{2n}{r},$$
$$= \pi . n . CB,$$
$$= \pi . J_{max}.$$

Das Streuvermögen eines Stoffes ist hienach das Verhältnis zwischen dem von diesem Stoff zerstreuten Lichtstrom und dem Lichtstrom der vollkommenen Streuung bei gleicher maximaler Lichtstärke.

Es ist

$$\sigma = \frac{\Phi}{\pi . J_{max}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1).$$

Da für die vollkommene Diffusion $\Phi = \pi . J_{max}$, wird $\sigma = 1$. Findet keine Diffusion statt (bei einem durchsichtigen Medium), so ist $\sigma = 0$.

Dieses trifft natürlich nur unter der Voraussetzung zu, daß der auftretende Lichtstrom an sich noch keine Streuung hatte, daß also der räumliche Winkel $\omega = 0$ war (paralleles Licht). Es ist $\Phi = J . \omega$ und da Φ eine endliche Größe besitzt (aus $\Phi = E . F$ zu ermitteln), muß $J = \infty$ sein. Die Gleichung $\sigma = \frac{\Phi}{\pi . J_{max}}$ liefert dann, da $J = J_{max} = \infty$, $\sigma = 0$.

Das Streuvermögen liegt stets zwischen 0 und 1, es ist umso größer, je stärker die Streuung ist.

Für einen bestimmten Stoff (bei orthotropen Stoffen für jede Richtung des auftretenden Lichtkegels, bei nichtorthotropen für senkrechten Einfall) ist das Streuvermögen konstant, wenn die Schichtdicke bestimmt ist.

Mit zunehmender Schichtdicke des Stoffes strebt das Streuvermögen einem Maximum zu. Dasselbe gilt für wachsende Schichtenzahl (mehrere Mattgläser, auf zwei Seiten mattiertes Glas und dergl.).

Im folgenden sind für eine Anzahl typischer Diffusoren die aus der Indikatrix hergeleiteten Streuvermögen zusammengestellt.

*) Wied, Ann. 26. 253. 1885.

**) Phil. Mag. 35. 81. 1893.

Digitized by Google

Tabelle IV. 1. Diffuse Reflexion.

Stoff	Beobachter	Streuvermögen
Magnesiumoxyd . . .	Gage[1])	0·883
Weißer Karton . . .	Kononowitsch[2])	0·752
„ „ . . .	Gage[1])	0·780
Matter Aluminiumschirm	„	0·204
Matter Silberspiegel . .	„	0·076

[1]) Optic Projection, Ithaca, N. Y. 1914, Seite 460. [2]) Fortschritte der Physik, 35, 480, 1879.

Tabelle V. 2. Diffuse Transmission.

Stoff	Beobachter	Streuvermögen
Milchglas, 1·8 mm, beiderseits mattiert . . .	Voege[3])	0·915*)
Milchglas, 3 mm	„	0·900
Milchglas, 3 mm, einseitig mattiert . . .	Uppenborn-Monasch[4])	0·925
Opalglas, mattiert . . .	„	0·925
Poliertes Milchglas . .	Blondel[4])	0·847
Opalglas 0·8 mm . .	Edwards[5])	0·839
Opalüberfangenes Glas .	Luckiesh[6])	0·870*)
Welsbach-Glas, 1·6 mm .	„ [7])	0·887
Pyro-Glas, 1·6 mm . .	„ [7])	0·870
Milchglas, 0·16 mm . .	Chwolson[8])	0·706
Marmor (präpariert), 3·5 mm	Voege[3])	0·892
Halbdurchsichtiges Milchglas, mattiert .	Chwolson[8])	0·668
Alba-Glas, 6 mm . . .	Luckiesh[6])	0·284
„ mattiert . .	„	0·567*)
Einseitig mattiertes Glas	„ [7])	0·097*)
Beiderseits mattiertes Glas	„ [7])	0·190*)
Mattglas, 3 mm . . .	Voege[3])	0·154
Mattglas	Gage[1])	0·062
Kathedralglas	Edwards[5])	0·058*)
Geripptes Glas . . .	Monasch[9])	0·021

[3]) E. T. Z. 35, 200, 1914. [4]) Lehrbuch der Photometrie 1912, Seite 24, 25. [5]) Trans. Ill. Eng. Soc. 9. 1011, 1914. [6]) El. World, 60, 1041, 1912. [7]) El. World, 61, 853, 1913. [8]) Bull. Acad. St. Pet. 31, 243, 1887. [9]) Illuminating Engineer (Lond.) 1, 368, 1908.

Für die mit * gezeichneten lichtstreuenden Stoffe sind die Lichtstromdiagramme in Abb. 6 wiedergegeben.

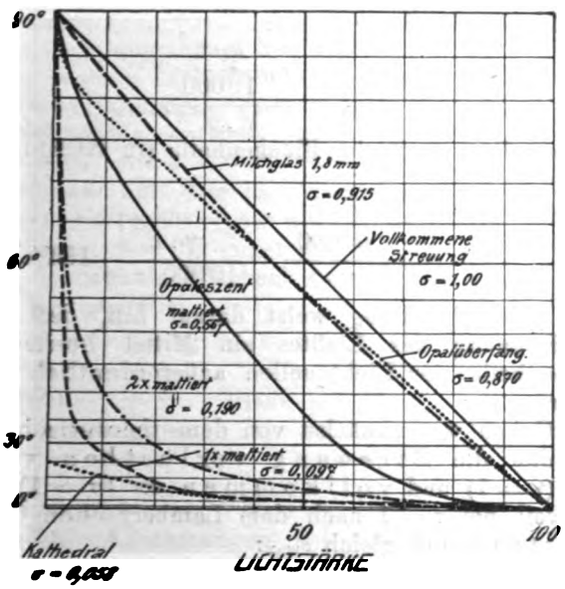


Abb. 6. Lichtstromdiagramme verschiedener lichtstreuender Stoffe.

Diese Beispiele zeigen schon, daß das Streuvermögen eine für einen Stoff charakteristische Größe darstellt, und daß auch das Lichtstromdiagramm eine charakteristische Form für jede Stoffgruppe hat.

Bei Milchglas und beim Opalüberfangglas findet man in Abb. 6 die geringste Abweichung des Lichtstromdiagrammes von der Dreieckform. Diese, sowie das Magnesiumoxyd gehören zu den Stoffen, die als vollkommene, das heißt praktisch dem Lambertschen Gesetz gehorchende Lichtstreuer gelten.

Größere Unterschiede treten bei den Lichtstromdiagrammen und demzufolge auch beim Streuvermögen mattierter Gläser auf. Sie sind auf die Verschiedenheit der Stärke der Mattierung zurückzuführen. Glas kann so leicht geätzt werden, daß nur eine geringe Streuung stattfindet (sogenannte Seidenmattierung oder „Satin"), während durch starke Ätzung oder eine solche auf beiden Seiten, das Streuvermögen bis auf 0·200 gebracht werden kann.

Einen ungefähren Anhalt über die Größe des Streuvermögens gibt Tabelle VI.

Tabelle VI.

Theoretisch vollkommene Diffusion . . .	$\sigma = 1{\cdot}00$
Milchgläser (prakt. vollkommene Diffusion)	$\sigma = 0{\cdot}85 - 0{\cdot}95$
Opaleszente Gläser	$\sigma = 0{\cdot}20 - 0{\cdot}60$
Mattierte Gläser	$\sigma = 0{\cdot}05 - 0{\cdot}20$

Es wurde (Seite 226) schon darauf hingewiesen, daß jede Streuung eines Lichtstrahlenkegels dessen Raumwinkel vergrößert und folglich die Raumwinkeldichte des Lichtstromes (die Lichtstärke J) verringert. Auch für die diffuse Reflexion und für die diffuse Transmission des Lichtes trifft dies zu. Bei gleichem Lichtstrom wird J_{max} um so kleiner sein, je stärker die Streuung des Lichtes ist.

Aus Gleichung 1) folgt:

$$J_{max} = \frac{\Phi}{\pi \cdot \sigma},$$

$\frac{\Phi}{\pi}$ ist hierin eine Konstante, die nur von der Größe des ausgestrahlten Lichtstromes abhängt, so daß $J_{max} = \frac{C}{\sigma}$. Es wird zum Beispiel für

$\sigma = 1$	$J_{max} = 1$
$= 0{\cdot}9$	$= 1{\cdot}11$
$= 0{\cdot}5$	$= 2{\cdot}00$
$= 0{\cdot}1$	$= 10{\cdot}0$

Es ist also falsch, die Lichtdurchlässigkeit lichtstreuender Gläser auf Grund der Messung von J_{max} zu beurteilen. Chwolson wies schon darauf hin*), daß man nur bei durchsichtigen Körpern, also bei solchen, die das Licht ohne Streuung hindurchlassen ($\sigma = 0$) die Lichtdurchlässigkeit in der Weise bestimmen darf, daß man den Stoff in den Gang der Lichtstrahlen des Photometers bringt**). Bei durchscheinenden Körpern (und mit solchen haben wir es bei der Lichtstreuung stets zu tun), wird dagegen der streuende Körper selbst zur Lichtquelle, so daß sich bei seiner Verschiebung auf der Photometerbank die Beleuchtung des Photometers ändert. Aber auch wenn man die zu untersuchenden Stoffe alle an dieselbe Stelle der Photometerbank bringt, und wenn sie alle in gleicher Weise beleuchtet werden, so ist diese Art der Absorptionsmessung doch nicht zulässig, weil die verschiedene Streuung dabei nicht berücksichtigt wird. Daher geben zum Beispiel die vergleichenden Messungen Voeges über die Lichtdurchlässigkeit des

*) A. a. O.

**) Siehe auch: Liebenthal, Praktische Photometrie, Braunschweig 1907, Seite 22.

Digitized by Google

Mattglases, des Milchglases und des Marmors*) keine richtigen Werte.

Die von lichtstreuenden Medien ausgestrahlten Lichtströme verhalten sich nicht wie die Lichtstärken J_{max}, sondern wie die Produkte $\sigma . J_{max}$.

Sind zum Beispiel J'_{max} und J''_{max} gemessen und σ' sowie σ'' die Streukoeffizienten, so ist nach Gleichung 1)

$$\sigma' = \frac{\Phi'}{\pi . J'_{max}} \qquad \sigma'' = \frac{\Phi''}{\pi . J''_{max}},$$

woraus

$$\frac{\Phi'}{\Phi''} = \frac{\sigma' . J'_{max}}{\sigma'' . J''_{max}}.$$

Hieraus folgt, daß die hindurchgelassenen Lichtströme nur dann durch die Messung von J_{max} bestimmt werden dürfen, wenn die Streukoeffizienten gleich sind ($\sigma' = \sigma''$). Außerdem müssen die untersuchten Stoffe, um den Vergleich zu ermöglichen, stets an dieselbe Stelle zur Lichtquelle und zum Photometer gebracht werden, ihre Abmessungen müssen dieselben und im Vergleich zu diesen Entfernungen gering sein.

Werden diese verschiedenen Punkte bei der Messung des von lichtstreuenden Gläsern hindurchgelassenen Lichtes nicht berücksichtigt, so erhält man falsche Ergebnisse. Für schlecht lichtstreuende Gläser wird man zu günstige Werte erhalten, für hohe Werte von σ zu ungünstige. Hierin liegt auch eine Erklärung für manche Abweichungen, welche die Zahlen für den Lichtverlust lichtstreuender Gläser in der Literatur aufweisen. An anderer Stelle**) hat Verfasser auf den Unterschied gewiesen, der zwischen der scheinbaren und der wahren Absorption (als spezifische Eigenschaften des lichtstreuenden Mediums) und dem Wirkungsgrad einer aus diesen Stoffen bestehenden Glocke bestehen. In vielen Fällen wird als Lichtdurchlässigkeit der Wirkungsgrad angegeben, während dort, wo wirklich die Absorption eines flachen Probestückes gemessen wurde, die erhaltenen Zahlen nicht untereinander verglichen werden können, da die Umstände, unter denen sie ermittelt wurden, unbekannt sind.

Wenn bei der diffusen Transmission von einem auftreffenden Lichtstrom der Teil α reflektiert, β absorbiert und γ hindurchgelassen wird ($\alpha + \beta + \gamma = 1$), so ist β das wahre Absorptionsvermögen, $(\alpha + \beta)$ das scheinbare Absorptionsvermögen (wird bei Messungen an einer ebenen Probe beobachtet) und $\frac{\beta}{1-\alpha}$ der Verlust in einer kugelförmigen Glocke aus diesem Material.

Fällt auf ein durchscheinendes, lichtstreuendes Medium der Lichtstrom Φ, so werden nach Durchgang $\gamma . \Phi$ zerstreut, wobei $\gamma = 1 - \alpha - \beta$ die scheinbare Lichtdurchlässigkeit ist.

Für diesen Fall ist:

$$\sigma = \frac{\gamma . \Phi}{\pi . J_{max}},$$

woraus

$$\gamma = \frac{\pi}{\Phi} . \sigma . J_{max}.$$

Weil $\frac{\pi}{\Phi}$ konstant, ist $\gamma = C . \sigma . J_{max}$.

*) Voege, E. T. Z. 35. 200. 1914.

**) Lichttechnische Studien, Leipzig 1916, Seite 28.

Die Gleichung gestattet die Bestimmung von γ aus σ und J_{max}.

Bei gleichen auftreffenden Lichtströmen verhalten sich

$$\frac{\gamma'}{\gamma''} = \frac{\sigma' . J'_{max}}{\sigma'' . J''_{max}}.$$

Das Streuvermögen fügt sich, da es keine willkürlich gewählte Größe ist, sondern als „Füllungsgrad des Lichtstromdiagramms“ in enger Beziehung zu dem Lichtstrom steht, zwanglos in die Reihe der photometrischen Berechnungen ein.

Sind bei reflektierenden Medien der auftreffende Lichtstrom und J_{max} bekannt, so ist

$$\sigma = \frac{\alpha . \Phi}{\pi . J_{max}}.$$

Für die Transmission des Lichtes galt analog:

$$\sigma = \frac{\gamma . \Phi}{\pi . J_{max}}.$$

Hieraus

$$J_{max} = \frac{\alpha . \Phi}{\pi . \sigma}$$

bezw.

$$J_{max} = \frac{\gamma . \Phi}{\pi . \sigma} \qquad \ldots\ldots 2).$$

Da J_{max} nur abhängig ist von dem auftreffenden Lichtstrom Φ, dem Transmissionsvermögen γ (bezw. dem Reflexionsvermögen α) und von dem Streukoeffizienten σ, läßt sich die Flächenhelle des lichtstreuenden Mediums berechnen.

Der auftreffende Lichtstrom Φ ist $E . F$ Lumen, wenn E die Beleuchtung in Lux und F die Fläche (in m² gemessen).

Bei F in cm² ist:

$$\Phi = \frac{F . E}{10\,000}.$$

Nach Gleichung 2) ist:

$$J_{max} = \frac{\gamma . \frac{F . E}{10000}}{\pi . \sigma},$$

woraus die maximale Flächenhelle (in Richtung von J_{max})

$$e_{max} = \frac{J_{max}}{F} = \frac{\gamma . \frac{F . E}{10\,000}}{F . \pi . \sigma} = \frac{\gamma . E}{10\,000 . \pi . \sigma} \text{ HK/cm}^2 \qquad 3).$$

Diese Gleichung weist darauf hin, daß wir in der Streuung des Lichtes ein Mittel besitzen, die Flächenhelle der Lichtquellen außerordentlich zu verringern.

Gehen wir zunächst von dem theoretischen Fall aus, daß die Streuung verlustlos vor sich gehe ($\gamma = 1$) und vollkommen sei ($\sigma = 1$). Dann ist, weil bei $\sigma = 1$ nach dem Lambertschen Gesetz e konstant und gleich e_{max}:

$$e = \frac{E}{10\,000 . \pi}.$$

Wird dieses lichtstreuende Medium mit $E = 10000$ Lux beleuchtet, so ist die Flächenhelle nur

$$e = \frac{1}{\pi} \text{ HK/cm}^2 = 1 \text{ Lambert}$$

(1 Lambert = 1 Lumen pro cm² ausgestrahlt).

Digitized by Google

Interessant ist es ferner, daß die Flächenhelle nur von der Beleuchtung E abhängig ist, dagegen unabhängig von der Flächenhelle der primären Lichtquelle. Von Bedeutung ist das nämlich aus dem Grunde, weil die Zerstreuung des Lichtes hiedurch um so wirtschaftlicher wird, je größer die Flächenhelle der Lichtquelle ist.

Berücksichtigt man den Lichtverlust bei der Streuung, so ist

$$e = \frac{\gamma . E}{10000 . \pi}$$

(γ ist natürlich unabhängig von der Beleuchtung E).

Das Fehlen der Flächenhelle der primären Lichtquelle in dieser Gleichung macht es unmöglich, das Verhältnis dieser Flächenhelle zur Flächenhelle des Diffusors (sekundäre Lichtquelle) als Maß für die Diffusion zu betrachten. Im Gegenteil, dieses Verhältnis nimmt proportional der primären Flächenhelle zu, bei gleichbleibendem Lichtverlust. Hiedurch unterscheidet sich die Verringerung der Flächenhelle durch Lichtstreuung von einem anderen, theoretisch möglichen, aber praktisch wenig benutzten Mittel zur Herabsetzung der Flächenhelle, nämlich durchsichtige lichtabsorbierende Gläser (Rauchgläser). Bei diesen ist die Verringerung der Flächenhelle stets begleitet von einem proportionalen Lichtverlust. Um die Flächenhelle einer Lichtquelle von 100 auf 10 HK/cm² herabzusetzen, müßte das hiezu benutzte Rauchglas 90% des Lichtes absorbieren. Dieser Weg ist so unwirtschaftlich, daß er für praktische Zwecke nicht in Betracht kommt, sondern nur in der Photometrie und in der Projektion Verwendung findet.

Der Hinweis auf diesen zweiten Weg zur Verringerung der Flächenhelle zeigt, in welch hohem Maße die lichtstreuenden Gläser für diese Aufgabe geeignet sind. Ein Lichtverlust von 25% für eine vollkommene Streuung des Lichtes ist nicht groß, wenn man berücksichtigt, daß hiebei die Flächenhelle zum Beispiel in dem Verhältnis von 1000 : 1 verringert werden kann.

Im Zusammenhang hiemit kann man die Frage erörtern, welche Lichtstreuung vorzuziehen ist. Eine praktisch vollkommene, etwa mit $\sigma = 0{\cdot}9$, wie sie das Opalüberfangglas aufweist, oder die des mattierten Glases, etwa mit $\sigma = 0{\cdot}15$. Ein Lichtverlust tritt in beiden Fällen auf. Die Lichtdurchlässigkeit wird bei Mattglas etwas größer sein als beim Opalüberfangglas (zum Beispiel $\gamma = 0{\cdot}8$ gegenüber $\gamma = 0{\cdot}6$). Die Werte für die maximale Flächenhelle e werden aber sehr verschieden ausfallen.

Nach Gleichung 3) ist für Mattglas

$$e_{max} = \frac{\gamma . E}{10000 . \pi . \sigma} = \frac{E}{10000\,\pi} \cdot \frac{0{\cdot}80}{0{\cdot}15} = 5{\cdot}7 \cdot \frac{E}{10000 . \pi},$$

für Opalüberfangglas

$$e_{max} = \frac{\gamma . E}{10000 . \pi . \sigma} = \frac{E}{10000\,\pi} \cdot \frac{0{\cdot}60}{0{\cdot}90} = 0{\cdot}66 . \frac{E}{10000 . \pi}.$$

Gleiche Abmessungen bei einer lichtstreuenden Glocke vorausgesetzt (gleiche Beleuchtung der Innenseite), wird die maximale Flächenhelle bei dem mattierten Glas etwa 10 mal so groß sein, wie bei dem opalüberfangenen Glas. Ein derartiger Unterschied ist natürlich bei den entsprechenden Lichtströmen, die von den sekundären Lichtquellen ausgehen, nicht vorhanden. Die maximale Flächenhelle wird bei dem unvollkommenen Diffusor (Mattglas) nur in der Mitte der Glocke vorhanden sein, nach dem Rande zu wird sie stark abfallen (Abb. 7). Eine opalüberfangene Glocke zeigt dagegen einen gleichmäßigen Verlauf der Flächenhelle (Abb. 8).

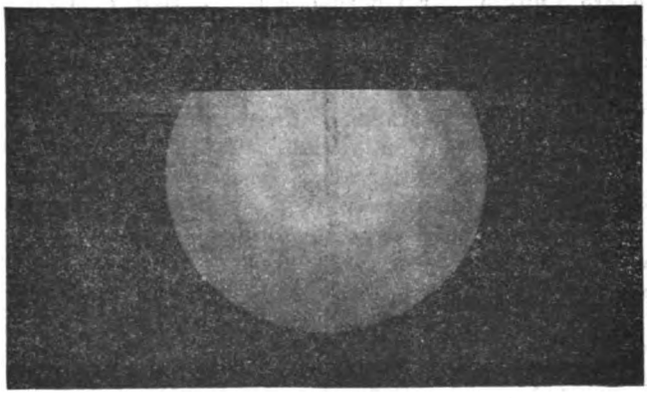


Abb. 7. Unvollkommene Lichtstreuung.

Dieser Verlauf läßt sich graphisch darstellen für das Licht, das unmittelbar von der im Inneren befindlichen Lichtquelle auf die Glocke fällt.

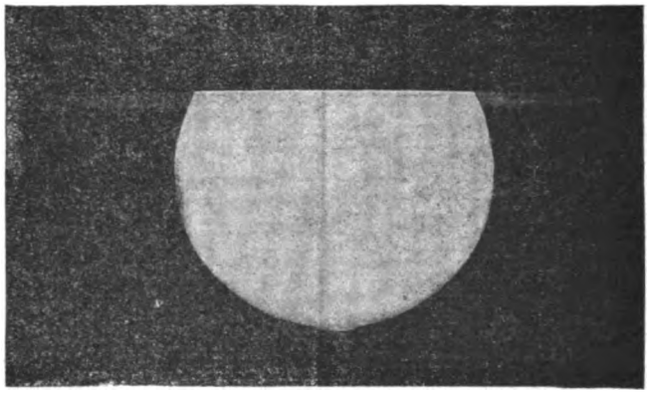


Abb. 8. Vollkommene Lichtstreuung.

Aus der Indikatrix der Diffusion [$J = f(\alpha)$] leitet man als Charakteristik der Diffusion die Kurve der Flächenhelle [$e = f(\alpha)$] ab, indem jeder Wert von J durch die scheinbare Größe der Fläche ($F . \cos\alpha$) dividiert wird (Abb. 9). Luckiesh*) zog es vor, diese Charakteristiken unmittelbar zu messen und daraus umgekehrt die Indikatrix der Diffusion abzuleiten.

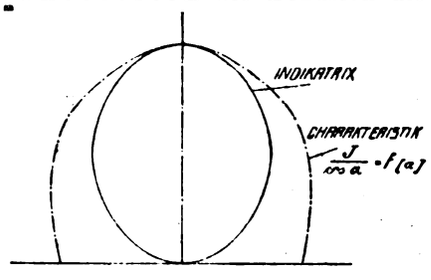


Abb. 9.

Abb. 10 stellt einen Schnitt durch eine Kugel aus lichtstreuendem Material dar, in deren Mittelpunkt sich die punktförmig gedachte Lichtquelle befindet. Das Auge betrachtet aus sehr großer („unendlich weiter") Entfernung die Kugel, der Blickrichtung entsprechen die von den Punkten 1 bis 7 gefällten Lote.

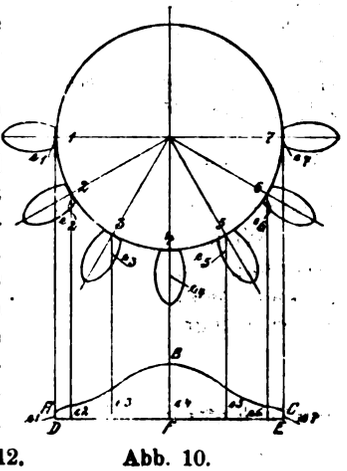


Abb. 10.

*) El. World 60. 1041, 1912.

Digitized by Google

Zeichnen wir zum Beispiel im Punkt 4 die Charakteristik (nicht die Indikatrix) der Diffusion, so gibt e_4 die Flächenhelle in der Blickrichtung an. Für andere Punkte der Oberfläche 1, 2, 3, 5, 6, 7 schneidet die Blickrichtung in ähnlicher Weise aus den Charakteristiken die Flächenhelle e_1, e_2 usw. aus. Trägt man diese Werte von den Projektionen der entsprechenden Punkte auf der Geraden DE ausgehend auf, so gibt die Kurve ABC den Verlauf der Flächenhelle auf einem Durchmesser der als Kreisscheibe erscheinenden Kugel wieder. Da die Teilung der Strecke DE von F aus gerechnet nach der Sinusfunktion erfolgt, können wir das Flächenhellediagramm auch unmittelbar erhalten, indem wir die Werte der Diffusionscharakteristik in das für andere lichttechnische Berechnungen (Lichtstromdiagramm) benutzte Sinuskoordinatenpapier*) eintragen. Abb. 11 gibt diese Dia-

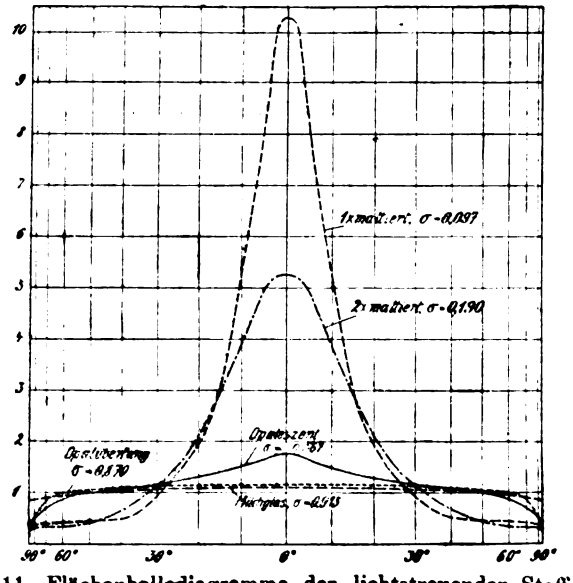


Abb. 11. Flächenhellediagramme der lichtstreuenden Stoffe aus Abb. 6.

gramme für die lichtstreuenden Stoffe wieder, deren Lichtstromdiagramme in Abb. 6 gezeichnet sind (mit Ausnahme des Kathedralglases). Der Lichtstrom, der von der lichtstreuenden Kugel ausgeht, ist in allen Fällen gleich, J_{max} ist proportional $\frac{1}{\sigma}$. Wird das im Inneren der Glocke reflektierte Licht berücksichtigt, so wird die Kurve durch ein zusätzliches Flächenhellendiagramm etwas beeinflußt, um so weniger, je größer σ ist.

Untersuchen wir die Beziehungen zwischen dem Streuvermögen und den früheren Vorschlägen zur Kennzeichnung der Streuung des Lichtes, so ergibt sich, daß bei der Anwendung der Lichtstärke in einer bestimmten Richtung (Chwolson, Luckiesh) nur ein allgemeiner Zusammenhang insofern besteht, als mit abnehmendem Verhältnis $\frac{J_{60}}{J_{max}}$ auch das Streuvermögen σ kleiner wird.

Wird dagegen die Lichtverteilungskurve der Streuung zugrunde gelegt (Ångström, Sumpner), so kann man aus den Polargleichungen dieser Kurven durch Integration der Rousseauschen Gleichung

$$\Phi = \int_{\alpha=0}^{\alpha=\pi} 2\pi \cdot J_\alpha \cdot \sin\alpha \cdot d\alpha$$

den Lichtstrom und daraus das Streuvermögen berechnen.

*) E. T. Z. 37. 53. 1916.

Ångström kennzeichnet die von ihm als elliptisch angenommene Lichtverteilungskurve durch das Achsenverhältnis $\mu = \frac{a}{b}$. Die Polargleichung der Ellipse für einen Scheitelpunkt ist

$$J_\alpha = J_{max} \cdot \frac{\cos\alpha}{1 + (\mu^2 - 1) \cdot \sin^2\alpha}.$$

Dann ist für den Halbraum, in dem die Streuung stattfindet

$$\Phi = \int_{\alpha=0}^{\alpha=\frac{\pi}{2}} 2\pi \cdot J_{max} \cdot \frac{\cos\alpha}{1 + (\mu^2 - 1) \cdot \sin^2\alpha} \cdot \sin\alpha \cdot d\alpha,$$

$$\Phi = 2\pi \cdot J_{max} \cdot \frac{1}{\mu^2 - 1} \cdot \log\mu.$$

Hieraus ergibt sich

$$\sigma = \frac{\Phi}{\pi \cdot J_{max}} = \frac{2}{\mu^2 - 1} \cdot \log\mu$$

als die gesuchte Beziehung zwischen σ und μ.

In gleicher Weise behandeln wir die Sumpnersche Gleichung

$$J_\alpha = J_{max} \cdot \cos^n\alpha$$

und finden

$$\Phi = \int_{\alpha=0}^{\alpha=\frac{\pi}{2}} 2\pi \cdot J_{max} \cdot \cos^n\alpha \cdot \sin\alpha \cdot d\alpha,$$

$$\Phi = 2\pi \cdot J_{max} \cdot \frac{1}{1+n}\text{*)},$$

woraus

$$\sigma = \frac{\Phi}{\pi \cdot J_{max}} = \frac{2}{1+n}.$$

Die Beziehung zwischen σ und n ist somit einfachster Art, für $n = 1$ wird $\sigma = 1$.

Allerdings kann man von dieser Berechnung des Streuvermögens nur selten Gebrauch machen, da weder die Ångströmsche noch die Sumpnersche Kurvengleichung genau zutrifft.

Für die Kennzeichnung der Lichtstreuung kommt es aber auch weniger auf die genaue Form der Indikatrix an. Für lichttechnische Berechnungen ist das Verhältnis des wirklich vorhandenen Lichtstromes zu dem, der sich aus der maximalen Lichtstärke bezw. der Flächenhelle ergibt, mit den sich daraus ergebenden Folgen für die Größe der Flächenhelle bei unvollkommener Streuung wichtiger. Das auf den Lichtstrom gegründete Streuvermögen genügt deshalb den Anforderungen der praktischen Lichttechnik weit besser.

Es bleibt noch die Aufgabe bestehen, das Streuvermögen für die verschiedenen lichtstreuenden Stoffe (durchscheinende und undurchscheinende) genau zu bestimmen, insbesondere auch in Abhängigkeit von der Schichtdicke und der Einfallrichtung des Lichtes.

Schließlich sei noch erwähnt, daß sich das Streuvermögen auch zur Bewertung von Scheinwerfern, Automobillaternen und ähnlichen durch eine Zahl eignet.

*) Sumpner, Phil. Mag. 35. 97. 1893; Liebenthal, Praktische Photometrie 1907, Seite 90.

Digitized by Google

Starkstromunfälle in elektrischen Betrieben Österreichs im Jahre 1917.

Im abgelaufenen Betriebsjahre gelangten beim Elektrotechnischen Verein in Wien 42 (i. V. 35*) Unfälle durch den elektrischen Strom zur Anzeige, von welchen 7 tödlich (i. V. 4) verliefen. Von den Unfallsanzeigen entfallen 14 (i. V. 9) auf die Wiener städtischen Straßenbahnen, welche zumeist leichte Verletzungen (Brandwunden) betreffen, die durch ungeschicktes Hantieren beim Ankuppeln der Lichtkabel und Signallampen an den Beiwagen (6 Unfälle) oder beim Reparieren der Kontaktbügel (8 Fälle) in der Wagenhalle (durch Berühren der Oberleitung) hervorgerufen wurden; nur in 4 Fällen war schadhafte Isolation die Ursache.

Die übrigen Unfälle verteilen sich in folgender Weise auf die Betriebe:

Berg- und Hüttenbetriebe 13 (i. V. 6), hievon 5 tödlich;
Fabriken- und Einzelnanlagen 9 (i. V. 15), hievon 1 tödlich;
Elektrizitätswerke 5 (i. V. 5), ohne tödliche Verletzung.

Nach der Ursache und Betriebsstelle des Unfalles ergibt sich folgende Einteilung:

Kurzschluß an Sicherungen, Schaltern, Schalttafeln 16, hievon 2 tödlich;
Kurzschluß an Leitungen 7, hievon 3 tödlich;
Kurzschluß an Dynamos, Transformatoren 3, 1 tödlich;
Kurzschluß an Lampen 1, hievon 1 tödlich.

Nach der Spannung und Stromart verteilen sich die Todesfälle wie folgt: Drehstrom 3000 V, 550 V, 230 V; Wechselstrom 2000 V, 500 V, 120 V (2 bezw. 3 tödliche Unfälle bei Niederspannung).

In nachstehendem sind an Hand der von den Berghauptmannschaften (Revierbergämtern) und den Arbeiterunfall-Versicherungsanstalten dem Elektrotechnischen Verein übermittelten Unfallsanzeigen mit tödlichem Ausgange bezw. schweren Verletzungen auszugsweise wiedergegeben; in den meisten Fällen liegt eigenes Verschulden des Bedienungspersonals vor. Es sei hier nochmals bemerkt, daß nur die von den Berghauptmannschaften eingesandten Unfallsanzeigen den vom Elektrotechnischen Verein ausgearbeiteten Fragebögen entsprechen**).

F. V., Grubenmaurer in einem Braunkohlenschacht, verunglückte tödlich am Füllort der Grube dadurch, daß er einen für das Streckenmittel ausgespannten Draht über die isolierte Lichtleitung (120 V Wechselstrom) zog und die Gummi-Isolierung beschädigte. Der Tod erfolgte mit Verschrumpfung beider Hände und der Brust. Soviel die an Ort und Stelle gepflogene Erhebung ergab, liegt die Annahme nahe, daß F. beim Aufwickeln eines Senkeldrahtes die Isolation beschädigte und hiedurch mit der stromführenden Leitung in Berührung kam. Ob die Leitung in der Umgebung der Unfallstelle nicht vielleicht schon früher defekt war, konnte nicht festgestellt werden. Sicher ist, daß F. mit höherer Spannung als 120 V nicht in Berührung kam.

P. P., Elektriker (Meister), eines obertägigen Steinkohlenbaues verunglückte im Maschinensaal des kleinen elektrischen Förderhaspels. Der Schaltkasten befindet sich im Maschinensaal des elektrischen Förderhaspels, ist vollkommen gesperrt und mit Hochspannungsschalter und Spannungs- und Stromwandler für Meßapparate versehen. Außerdem besitzt der Schalter Maximal- und Nullspannungsauslösung. Das Zuleitungskabel hat in der Zentrale einen separaten Schalter. P. war damit beschäftigt, beim Schaltkasten des neuen elektrischen Förderhaspels den automatischen Ausschalter zu regulieren. Beim Anziehen einer Regulierschraube kam er mit der inneren Seite des rechten Handgelenkes (er gebrauchte keine Isolierhandschuhe, obwohl diese neben ihm auf dem Tische lagen) in Berührung mit der Drehstromleitung von 3000 V; es entstand Erdschluß und P. wurde sofort getötet. Die dreistündigen Belebungsversuche mit dem Draegerschen Pulmotor blieben erfolglos. Äußerlich war eine fünfkronengroße Brandwunde auf der Innenseite des rechten Vorderarmes, unmittelbar am Handgelenke, oberhalb des Daumens ersichtlich.

A. K., Elektriker im K. F. J.-Schachte, verunglückte an der Schalttafel der Transformatorenstation im Souterrain der Schlosserwerkstätte bei 320 V Wechselstrom. A. K. war im Begriffe, ein emailliertes Aufschriftschild aus Eisenblech ober einem dreipoligen Messerschalter in der Marmorplatte der Schalttafel (Wechselstrom 320 V) zu befestigen, dabei entglitt das Schildchen seinen Händen, fiel auf die Klemmen des Schalters, verursachte dadurch einen Kurzschluß, der einen Flammenbogen zur Folge hatte, durch welchen K. an beiden Händen verbrannt wurde und Verbrennungen I. und II. Grades an der inneren Seite beider Vorderarme erlitt.

A. P., Förderer der Steinkohlenwerke K., erlitt tödliche Verletzungen am Anfangspunkte der Seilbahn des II. Horizontes eines Schachtes. Am 11. April 1917 nach 8 Uhr abends wurde von der Endstation der Seilbahn auf die Antriebsstation das elektrische Signal „Halt" gegeben. A. P., welcher mit seinem Kameraden J. T. die Kopfstation bediente, begab sich sofort in den Maschinenraum und stellte zuerst die Antriebstation in vorschriftsmäßiger Weise ab, indem er die Elektroden des Flüssigkeitsanlassers gehoben, sodann die Maschine abgebremst und endlich den im wasserdichten, gußeisernen Schaltkasten eingebauten Hauptausschalter ausgeschaltet hat. Beim Verlassen des Maschinenraumes rutschte der Verunglückte auf dem nassen Holzfußboden aus und ergriff, zu Boden sinkend, mit der linken Hand die isolierte Einzelleitung der mittleren Phase des 500 V-Drehstromnetzes an der Verbindungsstelle der vom Zuleitungskabelendverschlusse und vom Schaltkasten führenden Drähte. Hiebei lockerte er wahrscheinlich die durch die feuchte Grubenluft aufgeweichte Gummibandisolation der Verbindungsstelle, wodurch er eine leitende Verbindung durch seinen Körper zwischen der Phasenleitung und der Erde herbeiführte. Daß diese teilweise Überführung des elektrischen Stromes für den Verunglückten eine tödliche Wirkung zur Folge hatte, ist dadurch zu erklären, daß derselbe in nassen Holzschuhen war und sein Körper am Ende der Schicht bereits ermüdet und daher nicht widerstandsfähig war. Der Tod erfolgte wahrscheinlich durch Herzlähmung; bei der gerichtlichen Obduktion und Sektion wurde keine organische Disposition festgestellt. Die Überprüfung der Zuleitungskabel des Schaltkastens und des Motors hat ergeben, daß die Isolation der Anlage in gutem Zustande war, und zwar wurden mittels Isolationsprüfer 2 Mill. Ohm in der Kabelleitung gegen Erde festgestellt. Jede aus dem Kabelendverschlusse ausgeführte Ader hat eine Papierisolation für eine Betriebsspannung von 1000 V, die aus dem Hauptausschalter durch Porzellanrollen herausgeführten Leitungen haben eine Hochspannungsgummiisolation G H und die Verbindung ist hergestellt durch Kabelschuhe und Verschraubung. Die Verbindungsstellen sind umwickelt, zirka zehnmal mit Isolierband, dann mit Isolierlack angestrichen und nochmals in zirka zehn Lagen mit Isolierband umwickelt. Der ganze Maschinenraum ist im Hangendsandstein ausgebrochen und ausgemauert.

F. K., Pumpenwärter der M. S.-Zeche, verunglückte tödlich in der unterirdischen Pumpenkammer, bei Wechselstrom von 2000 V. Das einzige, einer Berührung zugängliche, unter Hochspannung stehende Leitungsmaterial bestand in den Klemmen des Stromwandlers, welcher an einer zugänglichen Stelle aufgestellt war, aber umgerissen wurde. Die Sohle der Pumpenkammer ist feucht. Der Motor stand im Zeitpunkte der Verunglückung nicht im Betriebe. Die Erdung der Apparate ist vorschriftsmäßig; der Stromwandler war nicht in einem Schutzgehäuse untergebracht, sondern in der äußersten, vom Bedienungsraume aus nicht erreichbaren Ecke der Pumpenkammer aufgestellt. Ölschalter und Anlasser sind gekapselt. Da die Pumpe nicht im Betriebe stand, kam die Berührung mit einem anderen Leiter als den Klemmen des Stromwandlers nicht in Betracht. Der Hergang der Verunglückung ist unbekannt. K. hatte in dieser Pumpenkammer überhaupt nichts zu tun. Die Leiche wurde quer über dem Anlasser und Ölschalter liegend gefunden, der Stromwandler lag umgeworfen, mit den Klemmen gegen den Verunglückten. Bei der Obduktion wurde eine lochförmige Wunde am Halse vorgefunden, die als Stromeintrittsstelle angesprochen werden kann. Mit voller Bestimmtheit läßt sich die Todesursache nicht feststellen. Angeordnet wurde: Die Räume, in welchen Hochspannungsbetriebseinrichtungen sich befinden, sind absperrbar einzurichten. Sämtliche stromführende Teile der Apparate, insbesondere die Klemmen des Stromwandlers sind von einem Schutzkasten oder einer Schutzhülle derart zu umgeben, daß die Berührung von Leitungsteilen verhindert ist.

Der Hilfsmonteur A. H. einer Braunkohlengewerkschaft verunglückte tödlich beim Nachspannen eines stromlosen Leitungsdrahtes der Freileitung, Wechselstrom 230 V. Der Draht riß und A. H. kam mit den nebenliegenden stromführenden Leitungen in Berührung, stürzte von der Leiter, auf welcher er gearbeitet hatte, herab und wurde mit einer Schädelverletzung tot aufgefunden.

Der Hilfsmonteur A. E. in einem Steinkohlenschacht arbeitete mit dem Monteur B. an der Starkstromleitung (Wechselstrom 550, 50 Per/s) im Füllort des 13. Horizontes des Schachtes. Vorher hat er telephonisch aus der Grube den Maschinenwärter Ch. verständigt, daß der Strom auszuschalten ist. Kurze Zeit darauf hat der Elektriker M. telephonisch in die Zentrale gerufen, man möge den Gleichstrom für den Schacht II einschalten, worauf der Maschinenwärter N. irrtümlich die Wechselstromleitung eingeschaltet hat. Der Tod erfolgte durch Herzlähmung. Die Ursache des Unfalles ist nach dem Ergebnis der Erhebung vorwiegend darin zu suchen, daß, obwohl zwei Maschinenwärter die Schalttafel bedienten, die Schalter der betreffenden Leitung nicht kennbar gemacht sind·

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 412.
**) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 173.

Digitized by Google

G. H., Schaltbrettwärter der W. Steinkohlengrube erlitt an der Schalttafel der elektrischen Zentrale der Koksanstalt (Drehstrom 3000 V) schwere Verletzungen. Die elektrische Zentrale der Koksanstalt ist genötigt, bei großer Strombelastung Umschaltungen vom Netz der Koksanstalt auf das Netz des Eisenwerkes W. vorzunehmen. Dies geschieht in der Weise, daß die Belastung des umzuschaltenden Betriebszweiges auf Null gebracht, der Stromkreis ausgeschaltet und mittels Trennschalters auf die andere Sammelschiene umgeschaltet wird. Statt des richtigen, ergriff H., ohne auf die deutlich sichtbar kenntliche Bezeichnung zu achten, den Hebel vom Trennschalter für die Fördermaschine des S.-Schachtes, welche voll belastet war. Durch die plötzliche Unterbrechung dieses Drehstromkreises entstand ein Lichtbogen, durch welchen H. Verbrennungen I. und II. Grades im Gesicht und an der linken Hand erlitt.

F. S., Pumpenwärter des B.-Schachtes im Expreßpumpenraum der Grube (Drehstrom von 260 V), verunglückte am Ausschalter, welcher auf einer Marmortafel montiert war. Die Handhabe desselben war aus einer Gummimasse hergestellt und der ganze Ausschalter mit einem Schutzdeckel aus Preßspanpappe versehen. Beim Einschalten der Luftfüllpumpe fiel aus dem Ausschalter eine Schraube aus, wodurch das mittlere Ausschaltmesser locker wurde, sich quer über die Kontakte legte und einen Kurzschluß verursachte. Durch die herausschlagende Flamme wurde F. S. an der linken Gesichtshälfte und linken Hand verbrannt (Verbrennung II. Grades). Die Angaben stimmen mit den Ergebnissen der gepflogenen Erhebungen überein.

A. R., Hilfsarbeiter der Chemischen Fabrik, verunglückte tödlich bei Manipulation mit einer Handlampe, die in üblicher Weise durch Kabel und Steckkontakt mit einer Stromleitung in Verbindung stand. Hierbei bekam der Verunglückte aller Wahrscheinlichkeit nach einen elektrischen Schlag, welcher seinen plötzlichen Tod zur Folge hatte.

Bemerkt sei noch, daß die tödlichen Unfälle, bis auf einen, sich bei Nachtzeit ereigneten; eine erhöhte Kontrolle des Dienstes und der Sicherheitsvorkehrungen erscheint daher insbesondere bei Nachtzeit angezeigt. *L. R.*

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Kraftwerke des Kohlenbergwerks Fushun. S. Nakaya und J. R. Blakeslee beschreiben die Kraftwerke des an der südmandschurischen Eisenbahn gelegenen Kohlenfeldes, das eine Ausdehnung von 50 km² hat und teils im Schacht, teils im Tagbau Kohle von 3100 WE liefert; im Jahre 1913 wurden über 1 Mill. t Kohle ausgeführt. Die Werke, die manches Bemerkenswerte aufweisen, liefern Drehstrom von 2200 V für den Betrieb der Gruben, einer elektrischen Bahn, einer Grubenförderbahn und für elektrochemische Werke. Kraftwerk Nr. 1 ist ein Dampfkraftwerk normaler Ausführung von 4500 kW Leistung in Hochdruckdampfturbinensätzen mit Kondensation; es dient zur Deckung der Spitzenleistung, während das parallelgeschaltete Kraftwerk Nr. 2 jetzt mit 3000 kW dauernd vollbelastet läuft. Letzteres Werk enthält Mehrdruckdampfturbinen, denen Dampf aus 8 Babcock-Wilcox-Kesseln zugeführt wird. Die Kessel werden mit Gas gefeuert, in einer eigenen Mondgasanlage erzeugt, die den Niederdruckdampf der Turbinen zur Gaserzeugung ausnutzt. Durch diese Kombination wird eine außerordentlich ökonomische Stromerzeugung gewährleistet, was der nunmehr drei Jahre dauernde Betrieb erwiesen hat.

Die Anlage umfaßt zwei Reihen von elf Gasgeneratoren, drei 3000 kW-Curtis-Turbinensätzen, die 2200 V Drehstrom, 60 Per/s, bei 3600 U. p. min liefern; zwei Dampfturbinen laufen mit Kondensation, der Abdampf der dritten wird, wie erwähnt, zur Gaserzeugung verwendet. Das Gas gelangt unter einigen der Kessel zur Verbrennung, vier Kessel haben Kohlen- und ein Kessel Teerfeuerung. Da die Kohle reich an Stickstoff ist (1·8 bis 2%), so ist die Ausbeute an Ammoniumsulphat bei der Gaserzeugung ergiebig; bei einer Verarbeitung von 240 t Kohle im Tag werden 42 kg Ammoniumsulphat pro 1 t Kohle gewonnen. Beide Werke werden nach dem vollen Ausbau zusammen 15 600 kW an Maschinenleistung aufweisen, davon werden 9000 kW für Beleuchtung, Kraftstrom und Bahnbetrieb verwendet, der Rest an eine elektrochemische Fabrik abgegeben.

Im Tagbau des Ku-chen-tzu Kohlenwerkes, mit 6 Mill. t Kohlenvorrat in 10 bis 100 m Tiefe, wird die obere Sandschicht in neun Stufen, je 3·6 m hoch, von Hand aus abgegraben; später sollen Dampfbagger eingestellt werden; sieben Turbopumpen und zwei Fördermaschinen, sämtliche mit Elektromotorantrieb, stehen in Verwendung. Die endgültige Leistung der Grube wird 2000 t im Tag sein. In Oyama und Togo sind 360 m tiefe Schächte angelegt; jede Grube hat acht Fördermaschinen mit Drehstrommotorantrieb, bei den Maschinen über 50 PS werden Synchronmotoren verwendet, die Energie beim Herunterlassen der leeren Behälter zur Unterstützung des Förderns der vollen Behälter abgeben. Zur Wasserhaltung sind zwei 900 PS-Turbopumpen für 1200 U. p. min, zwei Pumpen zu 550 PS und fünf zu 460 PS für 1800 U. pro min eingestellt, sämtliche von Drehstromasynchronmotoren angetrieben.

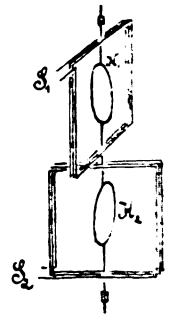
Die Förderbahn von 70 km Geleiselänge wird mit 1200 V Gleichstrom betrieben; sie ist die einzige Hochspannungsgleichstrombahn im Osten. Der Fahrdraht ist mittels Kettenlinienaufhängung an Gittermasten mit 45 m Mastabstand aufgehängt. Es stehen acht Lokomotiven mit je vier 100 PS-Motoren, 45 t schwer, zur Förderung von 400 t in der Ebene, ferner 36 t schwere Personenmotorwagen in Verwendung; kürzlich sind noch vier 25 t- und vier 50 t-Lokomotiven dazugekommen. Im Bahnkraftwerk stehen drei 400 kW und ein 750 kW-Motorgeneratorsätze, aus 2200 V-Synchronmotoren und 1200 V-Gleichstrommaschinen bestehend. Zur Beleuchtung aller Gruben dienen 17 000 Lampen mit 450 kW Anschlußleistung.

(Gen. El. Rev. 20, Nr. 9, 1917.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate

Direkt zeigender Dämpfungsmesser. H. Wiesent. Der Apparat besteht aus zwei Spulen S_1 und S_2, deren Ebenen aufeinander senkrecht stehen. Innerhalb jeder Spule ist ein Kurzschlußring K_1, K_2 angeordnet. Die auf einer Achse fest angeordneten beiden Ringe sind gegen die Ebenen der zugeordneten Spulen geneigt, gegeneinander sind die Ringe um 45° verdreht. Die Spulen werden je mit einem Drehkondensator und einer Kopplungsspule von gleicher Form und Ausmessung verbunden und beide so gebildeten Kreise von gleichen Dimensionen mit dem auf sein Dekrement zu messenden Schwingungskreis magnetisch gekoppelt. Der die Spule S_2 enthaltende Kreis wird mit dem zu messenden auf Resonanz gebracht, der die Spule S_1 enthaltende um den Betrag x verstimmt. Bei konstanter Verstimmung sucht das im indifferenten Gleichgewicht befindliche Ringsystem eine Ruhelage auf, die nur durch den Dämpfungswert bedingt von Kopplung und Frequenz aber unabhängig ist. Die eingehend erläuterte Theorie ergibt die Beziehung

$$\delta_1 + \delta_2 = 2\pi x \sqrt{\frac{1}{\operatorname{tg}(180 - 2\varphi) - 1}}.$$



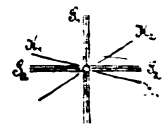


Abb. 1.

Hiebei ist δ_1 die gesuchte Dämpfung der Anlage, δ_2 die Eigendämpfung des Apparates, x die Verstimmung und φ der Winkel, um den sich das Ringsystem verstellt.

Bei dem ausgeführten Apparat sind die Spulen S_1 und S_2 Kreiszylinderspulen von je 36 Windungen Litzendraht und 10 cm Innendurchmesser. Die Ringe sind aus 0·09 mm dickem Messingblech hergestellt oder Glimmerring mit Stanniol überzogen, von 9·5 cm äußerem und 7·5 cm innerem Durchmesser. Sie sitzen auf einer in Messinglagern mit Spitzen laufenden Glasachse von 2·2 mm Stärke und sind an der Befestigungsstelle ein wenig aufgeschlitzt. Die Skala kann direkt in Dämpfungswerten geeicht sein.

Der Apparat kann Änderungen des logarithmischen Dekrementes im Bereich von 0·75 bis 0·04 feststellen, Änderungen von 0·01 sind noch erkennbar. Zu jedem Dämpfungsbereich wird ein günstigster Wert der Verstimmung x angegeben, der etwa $^1/_3$ des Betrages der Gesamtdämpfung ausmacht. Die tabellarische Darstellung der Meßergebnisse mit diesem Apparat zeigt, daß gegenüber den gerechneten Werten der Dämpfung Abweichungen von höchstens $^1/_4$% bestehen. (Jahrbuch drahtl. Tel., Bd. 12, Heft 4).

Elektrische Beleuchtung.

Die Verwendung von Metallfadenlampen in Projektionsapparaten der Kinotheater an Stelle der Bogenlampen behandelt L. C. Porter. Bei der General Electric Company angestellte eingehende Untersuchungen haben eine diesem Zweck in jeder Hinsicht angepaßte Einrichtung geschaffen. Als Lichtquelle werden niedervoltige Lampen (Mazda) verwendet, zumeist für 25 V, 30 A, die eine Lebensdauer von 100 Brennstunden haben. Der Glühkörper besteht aus vier Wolframdrahtspiralen, die in einer Ebene, senkrecht zur optischen Achse des Projektionsapparates im Brennpunkt der Kondensorlinse angeordnet sind. Durch diese Anordnung wird bezweckt, daß im Verein mit dem vom Reflexionsspiegel zurückgeworfenen Lichtbild der Glühspiralen eine kontinuierliche Lichtfläche geschaffen wird. Bei Wechselstrom wird die Lampe an einen Spartransformator mit Regelung durch Widerstand oder Reaktanz

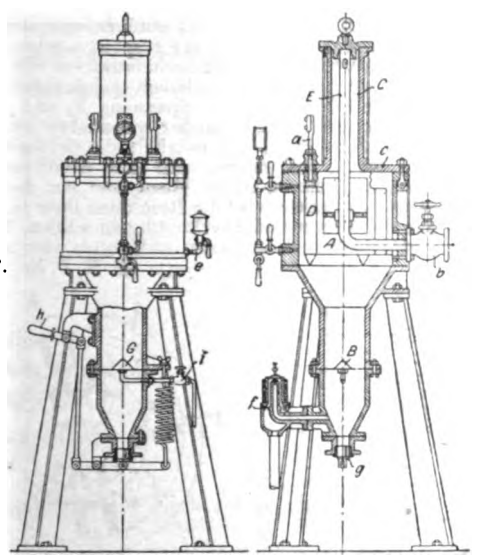
Digitized by Google

im primären Kreise auf die genau einzuhaltende konstante Stromstärke im Lampenkreis angeschlossen; diese genaue Stromeinstellung ist von Wichtigkeit, um die Lebensdauer der Lampe nicht ungünstig zu beeinflussen. Die Verschiedenheiten im Glanz des Glühlampenleuchtkörpers mit dem des Kraters einer Bogenlampe sind durch optische Hilfsmittel ausgeglichen worden. Als Kondensorlinse wurde eine solche mit konzentrischen Rillen eingesetzt; der Durchmesser beträgt 112·7 mm, der Brennpunkt, in den der Leuchtfaden eingestellt wird, liegt 63·5 mm hinter der konvexen Fläche der Linse, der Film ist 165·1 mm vor der geriffelten Linsenfläche anzuordnen. Auf der anderen Seite der Lampe ist ein Kugelspiegel von 127 mm Halbmesser aufgestellt; der Leuchtfaden steht im Mittelpunkt der Kugel. Auf diese Weise wird ein intensives Lichtbündel von 75° Öffnungswinkel geschaffen. Für transportable Apparate sind 600 W-Lampen für 30 V, 20 A, in Verwendung, die etwas kleinere Lampenkugeln und somit kleinere Spiegel und Linsen erfordern. An Stelle der Objektivlinsen von 38·1 mm Öffnung, wie bei Bogenlampenprojektoren, hat man Objektive von 63·5 mm Durchmesser und 139·7 mm Brennweite eingebaut, die 600 Lumen an Beleuchtung ergeben. Die Vorteile gegenüber den Bogenlampenprojektoren bestehen in Ersparnis an Betriebskosten, die bis 6·5 Doll. für eine zehnstündige Betriebsperiode ausmachen, besseren Bildern von größerer Stetigkeit des Lichtes, geringerer Abnutzung der Projektionsapparate durch den Ausfall von Schlacken und Asche der Kohlen, geringerer Wärmeentwicklung in der Lichtkammer und einfacherer Regulierung. (Gen. El. Rev. 20, Nr. 12, 1917.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Dampfkessel*). Von Revel wird die Konstruktion einer zur Dampferzeugung mittels des elektrischen Stromes dienenden, von L. Boselli, Mailand, ausgeführten Einrichtung angegeben, bei der keine besonderen Heizwiderstände Verwendung finden, sondern das Wasser selbst als Flüssigkeitswiderstand dient, in welchem durch den Strom die das Wasser zum Verdampfen bringende Wärme erzeugt wird.

Abb. 2.



In den Dampfraum *A* (Abb. 2) ragen drei Elektroden *D* aus Stahl hinein, denen Strom über die Durchführungsbolzen *a* zugeführt wird. Der Dampf sammelt sich bei *C* an und wird durch das Rohr *E* und Ventil *b* abgenommen. Über das Ventil *i* und den Injektor *G* tritt das kalte Wasser in den Raum *B* unten ein. *f* ist ein selbsttätiger Wasserstandsregler und *g* ein durch den Handhebel *h* betätigtes Sicherheitsventil. Man läßt bei *i* Wasser eintreten, dessen Leitfähigkeit durch eine bei *e* eingeführte Sodalösung erhöht wird, bis der Wasserspiegel die Elektroden *D* erreicht, dann schließt man den Hauptschalter. Mit der Steigerung der benetzten Elektrodenfläche steigt die Dampferzeugung; beim Erreichen des eingestellten Dampfdruckes tritt Regler *f* in Tätigkeit. Die etwa sich absetzenden kalkartigen Bestandteile des Wassers sind nach 5 bis 6 h zu beseitigen; man läßt dabei mehr Wasser zuströmen und öffnet das Ventil *g*, der Strom muß aber nicht unterbrochen werden. Die Abbildung zeigt einen Dampferzeuger für 500 V und 14 at, es werden aber Apparate von 200 bis 3600 V gebaut. Der Apparat bedarf keiner besonderen Überwachung, der Wirkungsgrad der Verdampfung wird mit 90% angegeben. Es können 900 bis 1000 kg Dampf von 14 at pro h erzeugt werden.
(Dingl. polyt. Journal, Jahrg. 90, Heft 5, 1916, nach Engineering.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 316.

H. Warschofski macht einige Angaben über die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausgeführten elektrisch geheizten Dampfkessel. Auch hier findet die Erhitzung des Wassers infolge des Stromdurchganges statt. Die Einrichtung der vertikalen Kessel ist dabei so getroffen, daß enge Röhren aus Isoliermaterial einen oberen und einen unteren Wasserraum miteinander verbinden, das Wasser in den Röhren dient dem mittels Elektroden zugeführten Strom als Widerstand. Bei Drehstrom bilden immer drei Röhren eine Gruppe, deren Anzahl ist durch die verlangte Kesselleistung bestimmt. Man kann die Gruppen von einer Schalttafel aus ein- und ausschalten und innerhalb der Röhren die Elektroden mittels Handrädern verschieben. Durch die erste Maßnahme ist eine grobe, durch die zweite eine feine Regulierung der Dampfmenge möglich. Natürlich müssen die Stromzuführungen der hohen elektrischen und Dampfspannung widerstehen können. Durch gute Isolierung des Kesselmantels lassen sich die Verluste durch Wärmeabgabe der Kesselwände nach außen hin reduzieren; der Wirkungsgrad des Kessels wird mit 95% angegeben. Da durch 1 kWh 1·25 kg Dampf von 6 bis 8 at erzeugt werden, so ist es möglich, mit 1000 kW in ununterbrochenem Betrieb pro Tag 30 000 kg Dampf zu erzeugen. Bisher wurden Kessel für 1500 kW bei 10 000 V Spannung des zugeführten Drehstroms oder Wechselstroms erzeugt.
(AEG-Mitteilg. 14, Nr. 4, 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Dielektrizitätskonstante fester Körper bei verschiedenen Wellenlängen. Robert Jaeger, Berlin, hat zunächst die Kirchhoffsche Formel für Kreisplattenkondensatoren

$$D = \frac{C_g' - \frac{R}{\pi}}{C_0} \quad \text{bezw.} \quad D = \frac{C_i' - \frac{R}{\pi}}{C_0}$$

(*D* Dielektrizitätskonstante des zu untersuchenden Dielektrikums, C_g' mit dem zu prüfenden Dielektrikum gemessene Kapazität, wenn eine Belegung geerdet ist, C_i' dieselbe Größe ohne Erdung, C_0 Leerkapazität, *R* Plattenradius) in verschiedener Weise experimentell überprüft und gezeigt, daß diese Formel richtige Werte liefert, wenn die Erdkapazität berücksichtigt wird. Ferner konnte dargetan werden, daß die Meßmethode für Dielektrizitätskonstanten unter Verwendung von Plattenkondensatoren bei hinreichend sorgfältiger Messung und Berechnung Zahlen liefert, die mit den nach der Plattenverschiebungsmethode erhaltenen Zahlen genügend übereinstimmen. Auf Grund seiner Messungen kommt nun Jaeger zu dem Schlusse, daß kein Grund vorliegt, bei den untersuchten festen Körpern im angewendeten Spektralbereich elektrische Dispersion anzunehmen. Da die Debyesche Theorie der molekularen Dipole nur auf Flüssigkeiten anwendbar ist und feste Körper demnach tatsächlich keine Dispersion zeigen dürften, da ferner mit Rücksicht auf die gegen die Flüssigkeiten unendlich große innere Reibung, die der Einwirkung der Kraftlinien auf die Dipole entgegenwirkt, Kristalle und amorphe Körper in gleicher Weise als feste Körper anzusehen sind, so ist das Ergebnis der Jaegerschen Arbeit, die beide Körperarten umfaßt, als eine Stütze der Debyeschen Annahmen anzusehen.
(Ann. d. Phys. 53, 409, 1917.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung von Heft 19, Seite 924.)

Gleichstrommaschinen.

Von den Siemens-Schuckert-Werken G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin rührt eine Gleichstromhochspannungsmaschine mit offenen, ständig in Reihe liegenden und ruhenden Ankerwicklungen her, bei der die Enden der Wicklungen über Bürsten an einen mit dem Felde kreisenden Stromwender geführt sind. In Abb. 8 bedeuten *a, b, c, d* usw. die Kontaktsegmente des Stromwenders, die in Richtung der Achse aufeinanderfolgen und 1, 2, 3, 4 usw. die in Richtung des Umfanges aufeinanderfolgenden Kontaktflächen. 11, 12, 13 usw. sind die Ankerspulen, die mit auf dem Stromwender schleifenden Bürsten verbunden sind. Die Endbürsten *a* und *o* nehmen den Ankerstrom ab. Damit die Spannung zwischen den Endbürsten immer gleich bleibt, müssen die Kontaktsegmente in geeigneter Weise miteinander verbunden sein. Zwischen den mit den Ankerspulen verbundenen Hauptbürsten sind Hilfsbürsten angeordnet, die unmittelbar miteinander verbunden sind. Infolge Anordnung dieser Hilfsbürsten sind nur zwei Arten von Segmentverbindungen nötig. Man kann je zwei unmittelbar oder mittelbar in

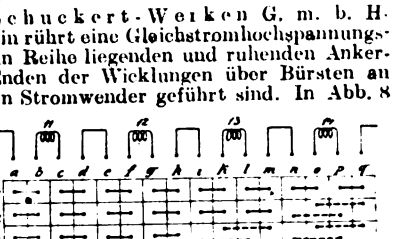


Abb. 8.

Digitized by Google

achsialer Richtung aufeinanderfolgende Segmente als einheitliche Lamelle ausführen. (D. R. P. Nr. 289 379.)

Eine besondere Ausgestaltung erfährt die beschriebene Maschine, um die Schwierigkeit der Hochspannungsisolation zu umgehen. Es wird zu diesem Zwecke in der ruhenden Ankerwicklung Strom niederer Spannung erzeugt, der transformatorisch in Strom hoher Spannung umgewandelt und einem getrennt laufenden Stromwender zugeführt wird. Die Enden der offenen Ankerspulen a_1, a_2, a_3 usw. (Abb. 9) sind an Bürsten b_1, b'_1, b_2, b'_2 usw. angeschlossen, durch die mittels des Stromwenders die Ankerspulen in Reihe geschaltet werden. Der umlaufende Stromwender und das kreisende Feld sind nicht dargestellt. Die in den Ankerspulen erzeugte Gleichstromhochspannung wird in die Primärwicklungen von Transformatoren d_1, d_2 usw. geschickt, deren Sekundärwicklungen mit den Bürsten verbunden sind. Die Transformation gelingt deshalb, weil der in den Ankerspulen fließende Strom beim Durchgang der neutralen Zone des Erregerfeldes seine Richtung wechselt.

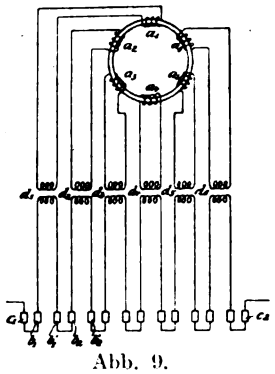


Abb. 9.

(D. R. P. Nr. 296 817.)

Eine kurzschlußsichere Gleichstromdynamomaschine der A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) hat den durch Abb. 10 veranschaulichten Aufbau. a ist der Anker, die Pole 1 bis 4 besitzen eine Nebenschlußerregung n, s und eine Hauptstromerregung S. Der Kraftfluß der Nebenschlußerregung ist durch ausgezogene schwache Linien und der im Normalbetrieb von den Hauptstromwicklungen erzeugte, verhältnismäßig schwache Kraftfluß durch gestrichelte Linien und der bei Kurzschluß von diesen erzeugte, starke Kraftfluß durch strichpunktierte Linien veranschaulicht. Alle Pole werden durch die Hauptstromwicklung im gleichen Sinne erregt, zum Beispiel so, daß lauter Südpole entstehen. Bei Normalbetrieb der Maschine gibt die Hauptstromwicklung nur einen Streufluß, der den Anker nicht durchsetzt. Bei einem Kurzschluß wächst dieser Streufluß derart, daß er das von der Nebenschlußwicklung erzeugte Feld überwiegt und den Anker durchsetzt, wobei sich die Nordpole zwischen den Hauptpolen bilden. Statt einer vierpoligen Maschine ist dann eine achtpolige entstanden, und da die Ankerwicklung vierpolig geblieben ist, kann keine erhebliche Spannung in den Ankerspulen erzeugt werden. (D. R. P. Nr. 295 444.)

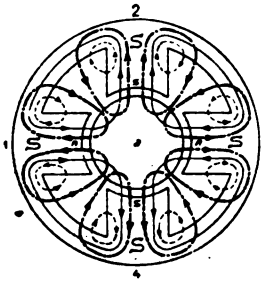


Abb. 10.

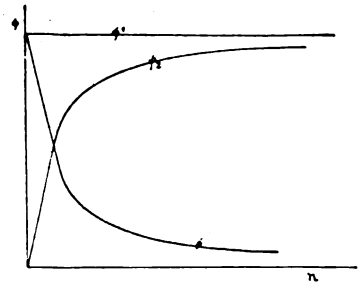


Abb. 11.

Dipl.-Ing. Fritz Kesselring in Neuhausen am Rhein (Schweiz) gibt eine Gleichstromdynamo an, die auch bei veränderlicher Drehzahl annähernd konstante Spannung erzeugt. Die Maschine besitzt zwei nebeneinanderliegende Feldmagnetsysteme. Das eine erzeugt einen annähernd konstanten Hauptkraftfluß Φ_1 (Abb. 11) und das andere einen Nebenkraftfluß Φ_2, der von einer annähernd proportional der Drehzahl veränderlichen magnetomotorischen Kraft erzeugt wird. Dieser Kraftfluß hat die umgekehrte Richtung wie der Hauptkraftfluß und infolge der Sättigung seines Eisenweges in dem in Betracht kommenden Drehzahlbereich verläuft der resultierende Kraftfluß Φ möglichst nach einer gleichseitigen Hyperbel, wie es zur Erzielung einer annähernd konstanten Spannung bei veränderlicher Drehzahl nötig ist.

(D. R. P. Nr. 302 212.)

Wechselstromgeneratoren.

Bei einer Hochfrequenzmaschine vom Induktortyp der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin ist die Zahl der Induktorpole, die jedem Ständerzahn gegenüberstehen, veränderlich. Die Weite der Ständerzähne und Induktorpole ist so gewählt, daß beim Umlauf des Induktors die Zahl der jedem Ständerzahn gegenüberstehenden Läuferpole zwischen $\frac{n+1}{2}$ und $\frac{n-1}{2}$ schwankt, wobei n eine ungerade Zahl größer als 1 ist. Die Anordnung gemäß Abb. 12 liefert die dreifache Frequenz wie sie der Ankerwicklung entspricht. Der Ständer hat 100 Schlitze, während der Induktor 150 magnetische Pole besitzt. Die Induktorpole sind mit 15 und die Ständerzähne mit 16 bezeichnet. Die Frequenz der induzierten Ströme ist dreimal so groß als sie sein würde, wenn die Induktorpole und die Ständerzähne dieselbe Weite hätten, wenn also die Ankerwicklung gewissermaßen mit vollem Wicklungsschritt geführt wäre. (D. R. P. Nr. 299 822.)

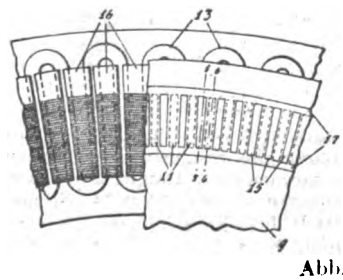


Abb. 12.

Eine Hochfrequenzmaschine der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin besitzt mehrere Statorwicklungen, die in einzelne untereinander möglichst gleiche Teile zerlegt werden, wobei die entsprechenden Teile der Wicklungen parallel zueinander geschaltet werden. Die so gebildeten Gruppen werden unter Zwischenschaltung von Kondensatoren in Serie geschaltet (Abb. 13).

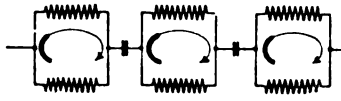


Abb. 13.

Auf diese Weise wird erreicht, daß die induktive Spannungskomponente der Maschine aufgehoben werden kann. Bei Ungleichheiten der Spannungen in den Wicklungen fließen die Ausgleichsströme nur in geschlossenen, stark induktiven Stromkreisen, wie durch die Pfeile angedeutet, wodurch ein Energieverlust durch Ausgleichsströme fast völlig vermieden ist. (D. R. P. Nr. 297 661.)

Von der Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon (Schweiz) rührt eine Maschine her zur Erzeugung mehrphasiger, dem Strom voreilender Spannungen. Bei einem Dreiphasenstromsystem werden zwei Anker benutzt, die in Scottscher Schaltung erregt ein Zweiphasenspannungssystem erzeugen, welches dann bei bestimmtem Größenverhältnis der Phasenspannungen zur Ausbalanzierung eines Dreiphasenspannungssystems dienen kann. Diese Anordnung ist zum Beispiel zur Phasenkompensation eines Drehstrommotors geeignet oder zur Phasenverschiebung in Drehstromnetzen überhaupt. Die Abb. 14 zeigt die besondere Anordnung für Dreiphasenstrom. *I*, *II*, *III* sind die Zuleitungen des erregenden Drehstromsystems. S_1 und S_2 stellen zwei magnetische Schlußringe der Kollektoranker dar, welche stillstehend oder mitrotierend gedacht sind. A_1 und A_2 sind die von außen zweckmäßig angetriebenen Kollektoranker mit den jeweiligen (b_1, b_1, b_2, b_4) Erregerbürsten und den um 90° elektrisch dazu angeordneten (B_1, B_2, B_3, B_4) Kurzschlußbürsten. Der Erregerstrom *I* ist über b_1 und b_2 an die Kurzschlußbürsten B_3, B_4 des Ankers A_2 geführt, während b_3 und b_4 jeweils mit den Erregerströmen *II* und *III* gespeist werden. Durch den Strom *I* entsteht ein Fluß, ebenso durch Zusammenwirken von *II* und *III*: beide Flüsse sind um 90° elektrisch verschoben und erzeugen durch Vermittlung der Kurzschlußbürsten je eine Spannung E_1 und E_2, welche ebenfalls um 90° elektrisch gegeneinander verschoben sind und ein Zweiphasensystem ergeben. Es ist nun möglich, die Größenverhältnisse dieser zwei Spannungen so zu wählen, daß man damit ein normales Drehstromsystem ausba a zieren kann. Dazu sind nur die effektiven Windungszahlen der zwei Anker oder die Reluktanz ihrer magnetischen Kreise oder die Antriebstourenzahl zweckmäßig zu wählen. Der magnetische Schlußring der beiden Anker kann stillstehen oder mitrotieren.

(D. R. P. Nr. 292 243.)

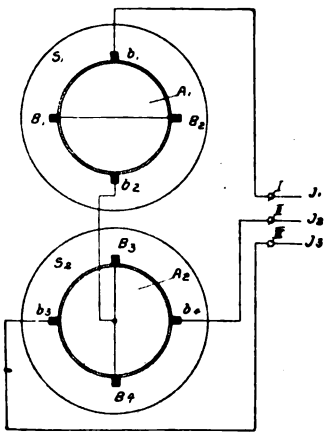


Abb. 14.

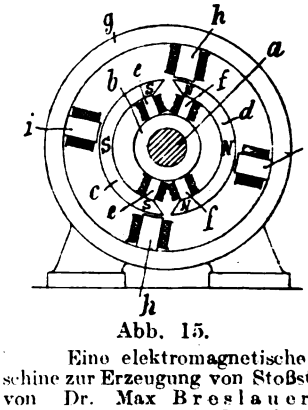


Abb. 15.

Eine elektromagnetische Maschine zur Erzeugung von Stoßstrom von Dr. Max Breslauer in Hoppegarten in Berlin hat den durch Abb. 15 veranschaulichten Aufbau. Der auf der Welle a sitzende Anker b besitzt zwei Polschuhe c und d, die in ihrer Gesamtheit fast den ganzen Umfang bedecken und mit ihren spitzauslaufenden Enden einander nahe gegenüberstehen. Die Stege e und f tragen die Erregerwicklungen. h, h und i, i sind die Wicklungskerne der induzierten Wicklungen, die je zur Speisung eines besonderen Stromkreises dienen. Bei Erregung durch Gleichstrom erhält man einen symmetrischen Stoßstrom, bei Erregung durch Wechselstrom einen unsymmetrischen Stoßstrom. Dadurch, daß sich die Erregerkerne e, je unmittelbar unter den Polspitzen befinden, tritt der durch sie erzeugte Kraftfluß in den Augenblicken der Ummagnetisierung unmittelbar in die Eisenkerne der induzierten Spulen über. Infolge dieses Umstandes sind die Streuungsverluste beim Ummagnetisieren gering. (D. R. P. Nr. 299 329.)

(Fortsetzung folgt.)

Personalnachricht.

Oberbaurat Ing. Paul **Dittes** wurde durch Verleihung des Ordens der Eisernen Krone dritter Klasse ausgezeichnet.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
26. Mai 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 21.
36. Jahrgang.

INHALT:

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen 237

Die Wirkungsgradfrage bei Maschinen mit Aluminiumwicklungen. Von Ing. Gustav Schönwald 238

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft 239

Rundschau 246

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 248

Vereinsnachrichten 248

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen.

4. und 9. Anhang.

Über Beschluß des Regulativkomitees des Elektrotechnischen Vereines (Obmann Herr Hofrat Prof. C. Hochenegg) wurde — wie aus der Veröffentlichung im Heft 3 Jahrgang 1918 bekannt ist — zu den „Sicherheitsvorschriften" ein 9. Anhang, betreffend die Einschränkung der Verwendung von Gummihandschuhen herausgegeben und der 4. Anhang hinsichtlich der Ausführungsbestimmungen für isolierte Leitungen mit Isolation „PU" und „Pg" teilweise abgeändert.

Die behördliche Anerkennung des neu herausgegebenen 9. Anhanges und der Abänderung des 4. Anhanges ist nunmehr erflossen; wir veröffentlichen nachfolgend die bezügliche Zuschrift des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten an den Verein sowie den an sämtliche politische Landesbehörden ergangenen Runderlaß.

Die Vereinsleitung.

K. k. Ministerium
für öffentliche Arbeiten.
Z. 27066—E 1.

Wien, am 8. Mai 1918.

An

den geehrten Elektrotechnischen Verein

in Wien.

Mit Beziehung auf die Eingabe des verehrlichen Vereines vom 18. März 1918 wird angeschlossen eine Abschrift des unter einem an sämtliche politischen Landesbehörden ergehenden Runderlasses über die Anerkennung des 9. Anhanges und einer Abänderung des 4. Anhanges zu den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" übermittelt, worin Bestimmungen über eine Einschränkung der Verwendung von Gummihandschuhen und über Erleichterungen für die Herstellung isolierter Leitungen getroffen werden.

Der k. k. Minister:
Homann m. p.

K. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten.

Z. 27066—E 1. Wien, am 8. Mai 1918.

Ergänzung der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen 9. Anhang und Abänderung des 4. Anhanges.

An

alle politischen Landesbehörden.

Der Elektrotechnische Verein in Wien hat über Beschluß seines Regulativkomitees zu den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" einen 9. Anhang, betreffend die Einschränkung der Verwendung von Gummihandschuhen herausgegeben und eine Abänderung des mit dem h. ä. Runderlasse vom 29. Mai 1916, Z. 34361—VI, bereits anerkannten 4. Anhanges, betreffend die Anwendung von Leitungen mit Papier bezw. mit Regeneratgummi als Isoliermaterial beschlossen.

Die Herausgabe des 9. Anhanges erwies sich als notwendig, weil infolge des Mangels an Rohgummi die von der Privatindustrie und von Elektrizitätswerken angeforderten großen Mengen von Gummihandschuhen nicht mehr zugewiesen werden können. Die Gesichtspunkte die für die Einschränkung der Verwendung solcher Handschuhe während der Dauer der Kriegs- und Übergangszeit maßgebend waren, sind in den einleitenden Bemerkungen des 9. Anhanges ausführlich dargelegt.

Die Abänderung des 4. Anhanges der „Sicherheitsvorschriften" war deshalb geboten, weil an dem erforderlichen Material zur Herstellung der für Leitungen der Isolation PU und Pg bisher vorgeschriebenen faserigen Umflechtung gegenwärtig ein großer Mangel herrscht. Es wird daher von der Forderung einer solchen Umflechtung abgesehen und lediglich eine entsprechende Umhüllung vorgeschrieben, für deren Eigenschaften die im 4. Anhang in den Absätzen *b*) der §§ 57 B und 58 B enthaltenden Bestimmungen maßgebend sind.

Das Ministerium für öffentliche Arbeiten hat im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern, dem k. k. Handelsministerium und dem k. k. Eisenbahnministerium die in diesen beiden Anhängen enthaltenen Änderungen der durch den h. ä. Runderlaß vom 29. X. 1909, Z. 12/2—XXII/08, in technischer Hinsicht als maßgebend erklärten „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" genehmigend zur Kenntnis genommen. Bei Amtshandlungen über elektrische Starkstromanlagen wird sonach gegebenenfalls auf diese Änderungen Bedacht zu nehmen sein.

Sonderabdrücke des abgeänderten 4. Anhanges sind zum Preise von 20 h, jene des 9. Anhanges zum Preise von 15 h für ein Stück beim Elektrotechnischen Verein in Wien, VI., Theobaldgasse 12, erhältlich. Die genehmigten Änderungen werden überdies in der nächsten Zeit auch im Verordnungsblatte des k. k. Ministeriums des Innern und in der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst" zum Abdrucke gelangen.

Hievon sind die unterstehenden politischen Behörden umgehend in Kenntnis zu setzen.

Der k. k. Minister:
Homann m. p.

Digitized by Google

Die Wirkungsgradfrage bei Maschinen mit Aluminiumwicklungen.

Von Ing. Gustav Schönwald, Neubabelsberg.

Das Aluminium wird zurzeit als Leitungsmaterial in der Elektrotechnik in so umfangreichem Maße verwendet, daß die Meinung weit verbreitet ist, dieses Leichtmetall würde nach dem Kriege das Kupfer beim Bau elektrischer Maschinen in größerem Umfange ersetzen.

Um diese Frage zu beurteilen, muß man sich aber vergegenwärtigen, daß das Aluminium während des Krieges als unentbehrlicher Ersatz für Kupfer Verwendung findet und daß die Kriegsverhältnisse es mit sich bringen, daß der Gedanke, die Aluminiummaschine auch in technischer Beziehung, vor allem im Wirkungsgrad, der Kupfermaschine gleichwertig zu machen, nicht zur Ausführung kommen kann. Die Produktion im Kriege, die unter dem Zwang der äußersten Sparsamkeit mit Baustoff und Arbeitskraft steht, zwang in den meisten Fällen, die vorhandenen Maschinenmodelle unverändert beizubehalten und nur die Kupferwicklung bei entsprechender Leistungsreduktion durch eine Aluminiumwicklung zu ersetzen. Bei Neukonstruktionen von Maschinen mit Aluminiumwicklungen ging man fast durchweg vom vorhandenen Kupfermodell aus und veränderte dasselbe nach dem Gesichtspunkt, die größte Leistung bei kleinstem Materialverbrauch zu erreichen. Dieser Weg wurde auch theoretisch von Professor Richter in seinem Buch über elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Ersatzmetallen eingeschlagen.*) Der geringere Wirkungsgrad, der sich bei der Aluminiummaschine ergab, mußte in Kauf genommen werden.

Da aber für den Friedenswettbewerb der Aluminiummaschine in vielen Fällen die vollkommen technische Gleichwertigkeit mit der Kupfermaschine, vor allem im Wirkungsgrad, von ausschlaggebender Bedeutung sein wird, soll hier ein Fall näher besprochen werden, in welchem eine Maschine mit Aluminiumwicklungen für die Forderung, den Wirkungsgrad der Kupfermaschine zu erreichen, entworfen werden kann. Es ist dies die Gleichstrommaschine mit teilweiser Aluminiumwicklung (Haupt- und Wendepolspulen aus Aluminium, Ankerwicklung aus Kupfer). Wenn es sich auch nicht um eine vollständige Ausführung in Alumunium handelt, so wird in diesem Fall doch der größte Teil, und zwar $^3/_4$ bis $^4/_5$ der Kupferwicklungen durch Aluminium ersetzt. Gleichstrommaschinen mit Erregerwicklung aus Aluminiumdraht wurden schon vor dem Kriege in geringem Umfang hergestellt. Es handelte sich dabei um eine patentierte Ausführung von oxydisoliertem, nicht umsponnenem Aluminiumdraht. Da im folgenden die technische Wettbewerbsfähigkeit der Gleichstrommaschine mit Aluminiumwicklungen, die in gleicher Weise wie Kupferwicklungen isoliert sind, nachgewiesen wird, scheiden diese Maschinen mit oxydierten, nicht umsponnenen Aluminiumspulen aus.

Bevor auf den besonderen Fall der Gleichstrommaschinen in teilweiser Aluminiumausführung näher eingegangen wird, soll durch folgende Überlegung über die Verschlechterung des Wirkungsgrades, die im allgemeinen durch den Aluminiumersatz der Kupferwicklungen entsteht, Aufschluß gegeben werden.

*) Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Aluminium, Zink und Eisen von Rudolf Richter. Sammlung Vieweg. Vgl. E. u. M. 1916, Seite 542.

Angenommen, die zu vergleichenden Maschinen, die einerseits mit Aluminium-, andererseits mit Kupferwicklungen von gleichem Querschnitt ausgeführt sind, haben gleiche Leistung, gleiche Betriebsverhältnisse und genau gleiche Abmessungen; die Stromwärmeverluste der Aluminiummaschine werden dann im umgekehrten Verhältnis der Leitfähigkeit, das ist 56 : 33 oder 70% größer sein als die der Kupfermaschine. Betragen die Stromwärmeverluste bei der Kupfermaschine etwa 25 bis 50% aller Verluste, so erhöhen sich diese Gesamtverluste bei der Aluminiummaschine gleicher Größe und Leistung um 17·5 bis 35%, der Wirkungsgrad verschlechtert sich demnach von 80% auf 76·5 bis 73%, von 90% auf 88·5 bis 86·5%.

Um diese hohen Wattverluste der Aluminiumwicklungen, die ja schon wegen der zu großen Erwärmung der Maschine unzulässig sind, zu verringern, gibt es bei gegebener Leistung nur ein Mittel: die Vergrößerung des Aluminium-Leiterquerschnittes. Diese Vergrößerung wird aber fast immer eine Vergrößerung der Eisendimensionen mit sich bringen. Eine Ausnahme bildet nach Dr. M. Vidmar, Wien, die besondere Konstruktion eines Trockentransformators mit Aluminiumwicklung*). Die Vergrößerung des Aluminium-Leiterquerschnittes zum Zwecke, die gleichen Stromwärmeverluste wie bei der Kupfermaschine gleicher Leistung zu erhalten, soll in diesem Fall keine Vergrößerung der Eisendimensionen im Gefolge haben. In fast allen anderen Fällen ist aber mit der Vergrößerung des Leiterquerschnittes ein Zuwachs von Eisen verbunden, welcher dort, wo dieses Eisen von Wechselfeldern durchsetzt wird, oder wo es zu den rotierenden Teilen der Maschine gehört, neu hinzutretende Magnetisierungs- bezw. Reibungsverluste im Gefolge hat. Im allgemeinen muß von Fall zu Fall entschieden werden, ob die Verringerung der Stromwärmeverluste durch Vergrößerung des Leiterquerschnittes von neu hinzutretenden Verlusten unterschritten, aufgehoben oder überwogen wird, das heißt, ob sich der Wirkungsgrad durch die Vergrößerung der Maschine verbessert, gleichbleibt oder verschlechtert.

Diese allgemeine Überlegung, auf den besonderen Fall der Gleichstrommaschine mit Aluminiumwicklung angewendet, zeigt, daß in diesem besonderen Fall die Vergrößerung des Leiterquerschnittes zum Zwecke der Verringerung der Stromwärmeverluste wohl eine Vergrößerung der Maschine, aber kein Anwachsen anderer Verluste im Gefolge hat.

Vergleicht man hier wieder eine Kupfermaschine gleicher Leistung und Abmessungen mit der Maschine in teilweiser Aluminiumausführung, so wird man in den Aluminiumpolspulen um 70% größere Stromwärmeverluste als in den Kupferwicklungen der Vergleichsmaschine erhalten. Um diese erhöhten Verluste der Aluminiumwicklungen auf die Größe der Verluste der Kupfermaschine zu bringen, muß der Leiterquerschnitt des Aluminiums um 70% vergrößert werden. Um diesen Leiterquerschnitt unterzubringen, muß der Wickelraum annähernd 70% vergrößert werden. Wir wollen durch folgende Überlegung ermitteln, wieviel die Jochbohrung vergrößert werden muß, um diese Vergrößerung des Wickelraumes zu erhalten.

Da für die Unterbringung der Polwicklungen der Querschnitt des Wickelraumes durch die Polkerne normal zur Achse maßgebend ist, soll dieser Quer-

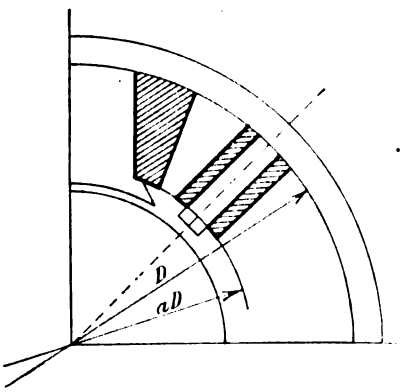
*) E. u. M. 1917, Seite 321.

Digitized by Google

schnitt der Betrachtung zugrunde gelegt werden. Bezeichnen wir mit D (Abb. 1) den Durchmesser der Jochbohrung der Maschine und mit $a\,D$ den Durchmesser jenes Kreises, welcher die Polspulen gegen den Anker hin begrenzt, dann ist

$$Q_1 = l^2 \frac{\pi}{4}(1-a) = K$$

Abb. 1.



der Querschnitt des zur Verfügung stehenden Wickelraumes, wobei K den Querschnitt der Polkerne bezeichnet. Diese Fläche K soll das $b$fache des Kreisringes sein, der durch die Kreise mit den Durchmessern D und $a\,D$ begrenzt wird. Es wird dann

$$Q_1 = \frac{L^2\pi}{4}(1-a)(1-b).$$

Durch Vergrößern des Durchmessers D um das $c$fache erhält man einen Querschnitt Q_2, der durch die Gleichung

$$Q_2 = \frac{L^2\pi}{4}(c-a) - cb(1-a)$$

gegeben ist.

Soll die Vergrößerung des Wickelraumes 70% betragen, so muß der Querschnitt des Wickelraumes um den gleichen Betrag vergrößert werden und

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1{\cdot}7$$

sein, daher

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 1{\cdot}7 = \frac{(c-a) - cb(1-a)}{(1-a)(1-b)}$$

und daraus die Vergrößerung der Jochbohrung

$$c = \frac{1{\cdot}7 - 0{\cdot}7\,a - 1{\cdot}7\,b + 1{\cdot}7\,ab}{1 - b + ab}.$$

In den Schaulinien der Abb. 2 ist aus dieser Gleichung die Vergrößerung der Jochbohrung in % ermittelt $(c-1)$, und zwar in Abhängigkeit von a (Verhältnisse des inneren zum äußeren Durchmesser der den Wickelquerschnitt begrenzenden Kreise) für verschiedene Werte von b (Verhältnis der Fläche der Polkerne zur Fläche des den Wickelquerschnitt enthaltenden Kreisringes).

Der Mittelwert der erforderlichen Vergrößerung beträgt etwa 14 bis 16%.

Die Vergrößerung der Jochbohrung und daher des Joch- und Poleisens bringt aber keine weiteren Verluste mit sich. Der geringe Mehrbedarf an Erregung, der durch den vergrößerten Kraftlinienweg nötig wird, spielt für den Wirkungsgrad praktisch keine Rolle. Damit sind die Verluste der Kupfermaschine gleicher Leistung und daher auch ihr Wirkungsgrad erreicht. Es ist hier der Fall der technisch wettbewerbsfähigen Maschine mit Aluminiumwicklung gegeben.

Ob diese Maschine auch dem Preiswettbewerb standhält, wird zurzeit schwer zu entscheiden sein. In vielen Fällen aber wird die Preisfrage schon deshalb vor der Wirkungsgradfrage zurücktreten, weil im allgemeinen erst der gleich hohe Wirkungsgrad mit der Kupfermaschine die Maschine mit Aluminiumwicklung wettbewerbsfähig macht. Durch einen entsprechend billigeren Preis die durch den schlechteren Wirkungsgrad bedingte Erhöhung der Betriebskosten auszugleichen, wird in vielen Fällen unmöglich sein. Diese erhöhten Unkosten können im Jahre den Zinsen eines

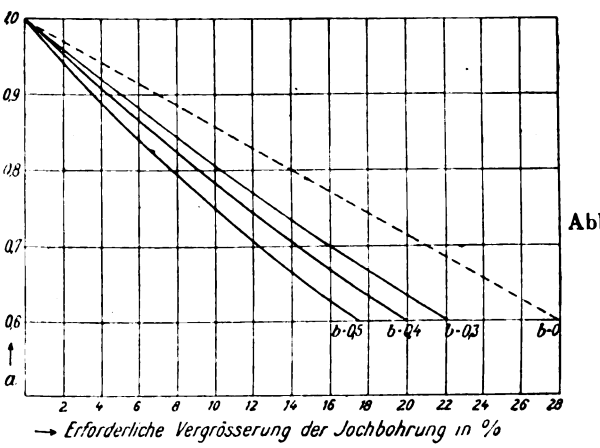


Abb. 2.

Kapitals von der Größenordnung des Kaufpreises einer entsprechenden Kupfermaschine gleichkommen. Auch kann ein schlechterer Wirkungsgrad durch das erforderliche Mehr der zuzuführenden Leistung die Zuleitungen unverhältnismäßig verteuern, wie dies zum Beispiel der Fall sein kann bei Einankerumformern, die nach ihrer Bauart zu den besprochenen Gleichstrommaschinen gehören.

Ein Bild über die Aussichten des Preiswettbewerbes der Gleichstrommaschinen mit teilweiser Aluminiumwicklung gibt folgende Überlegung: Unter der in vielen Fällen zutreffenden Annahme, daß der Preis der Kupfer-Haupt- und Wendepolwicklung die Hälfte bis drei Viertel des Preises für das Gußeisenjoch und für die Polkerne ausmacht, müßte der Kilopreis der Aluminiumwicklung nicht mehr als 30 bis 45% über dem Kilopreis der Kupferwicklung liegen, um die Kupfermaschine und die im Joch um 16% vergrößerte Aluminiummaschine zum gleichen Preise herstellen zu können.

Auf jeden Fall hat die Gleichstrommaschine mit teilweiser Aluminiumwicklung Aussicht, nach dem Kriege erfolgreich mit der Kupfermaschine in Wettbewerb zu treten und dadurch dem Aluminium einen dauernden Platz als Leitungsmaterial im Bau elektrischer Maschinen zu sichern.

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

Die 12. ordentliche Mitgliederversammlung fand am 16. Februar 1918 in der Physikalisch-technischen Reichsanstalt, Charlottenburg, statt.

Der Vorsitzende Prof. E. Warburg weist darauf hin, daß schon bei der Begründung der Gesellschaft der Wunsch ausgesprochen sei, außer Beleuchtungstechnikern auch noch andere Kreise, wie zum Beispiel Architekten und Hygieniker, zur Mitarbeit heranzuziehen. Diesen Bestrebungen sei der Krieg, der eineinhalb Jahre nach der Begründung ausbrach, sehr hinderlich gewesen. Es sei jedoch möglich gewesen, inzwischen mit dem hiesigen Architekten-Verein Verbindungen anzuknüpfen*). Er freue sich, daß heute ein Hygieniker

*) Siehe E. u. M. 1917, Seite 252; 1918, Heft 8, Seite 18.

Digitized by Google

zu Worte komme, und er knüpfe daran die Hoffnung, daß nun auch die Hygieniker in engere Beziehung zu uns treten würden.

Hierauf hielt Herr Reichenbach einen Vortrag über „Die Beziehungen der Beleuchtungstechnik zur Hygiene".

Der Vortragende betont, daß er manche Fragen und vielleicht gerade solche, auf die die Gesellschaft am dringendsten eine bündige Antwort wünsche, nicht klipp und klar beantworten kann, und daß er sich an vielen Stellen darauf beschränken muß, auf die bestehenden Unklarheiten und die Lücken in unserem Wissen hinzuweisen und die Wege anzudeuten, die vielleicht zu weiterer Erkenntnis führen können. Der Vortragende führt dann aus:

„Es liegt in dem Wesen der Beleuchtungstechnik, daß sie sich bei der Schaffung von neuen Lichtquellen zunächst von wirtschaftlichen Gesichtspunkten leiten läßt. Die Erhöhung des Wirkungsgrades, die Verbilligung des Lichtes ist das Ziel, auf das der Erfindergeist gerichtet ist, und allein diesem Bestreben sind die gewaltigen Fortschritte zu verdanken, die von der Beleuchtungstechnik in den letzten Jahrzehnten erreicht worden sind. Die Schaffung einer besonders hygienischen Lichtquelle ist noch nie das Ziel der Technik gewesen; wenn hygienische Fortschritte sich ergeben haben, sind sie mehr als ein erwünschtes Nebenprodukt betrachtet worden, das sich gut zur Empfehlung der Lichtquelle verwenden ließ und für ihre Einführung wohl von Vorteil, aber nicht ausschlaggebend gewesen ist. Mit diesen Tatsachen muß sich die Hygiene abfinden; sie muß sich im wesentlichen auf die Kritik der fertigen, ihr gebotenen Lichtquellen beschränken, und wenn es nötig und möglich ist, ihre unhygienischen Eigenschaften durch die Art ihrer Verwendung unschädlich zu machen versuchen. Im allgemeinen aber, und das möchte ich vorweg bemerken, um damit gewissermaßen den Grundton meiner Ausführungen festzulegen, im allgemeinen hat auch die Hygiene allen Grund mit den Fortschritten der Beleuchtungstechnik zufrieden zu sein.

Zunächst ist der billigere Preis des Lichtes keineswegs nur ein wirtschaftlicher Vorteil. Wir sind jetzt imstande, der ersten und wichtigsten hygienischen Forderung, der Forderung einer quantitativ ausreichenden Lichtmenge, ohne Schwierigkeit zu entsprechen. Das ist nicht immer so gewesen; noch im Jahre 1901 konnte Prausnitz die heute uns sehr seltsam anmutende Behauptung aussprechen, daß zum Lesen und Schreiben eine Beleuchtung von 10 Lux nicht erreichbar und auch nicht nötig sei. Demgegenüber müssen wir heute dankbar anerkennen, daß die Technik in der Lage ist, auch da, wo mit Mitteln gespart werden muß, die von der Hygiene als nötig bezeichnete Beleuchtung zu liefern, daß eine quantitativ unzureichende Beleuchtung sich höchstens noch bei Tageslicht findet.

Die Frage, wie groß die Beleuchtung sein müsse, läßt sich nicht mit voller Bestimmtheit beantworten. Aber es wird von Interesse sein, die Gesichtspunkte zu erläutern, die bei der Beantwortung dieser Frage in Betracht kommen. Es ist bekannt, daß die meisten angenommenen Forderungen auf die Versuche von Hermann Cohn begründet sind. Cohn hat als Prüfungsmittel die Geschwindigkeit benutzt, mit der die Versuchspersonen Druckschrift lesen konnten. Er stellte fest, daß bei gutem Tageslicht, und zwar bei etwa 600 Lux, aus 1 m Entfernung 16 Zeilen der „Breslauer Zeitung", deren Druck etwa der Snellenschen Sehprobe Nr. 1 entspricht, gelesen werden konnten. Dann wurde bei künstlichem Licht für verschiedene Beleuchtungen die Lesegeschwindigkeit ermittelt, und zwar wurden gelesen:

bei 2	4	8	10	50	Lux
6	8	10	12	16	Zeilen.

Es wurde also bei 50 Lux dieselbe nicht mehr zu übertreffende Lesegeschwindigkeit erreicht, wie bei hellem Tageslicht. Aus diesen Versuchen hat Cohn die Folgerung abgeleitet, daß als wünschenswerte Beleuchtung 50, als Mindestmaß 10 Lux verlangt werden müßten, und in dieser Form ist die Cohnsche Forderung in die meisten Lehrbücher der Hygiene übergegangen.

Dazu sind aber einige Bemerkungen zu machen. Zunächst hat Monasch darauf hingewiesen, daß das von Cohn benutzte Webersche Photometer nach Spermazetikerzen geeicht war. Die Cohnschen Werte sind also mit 1·14 zu multiplizieren und würden danach 11·4 und 57 Lux betragen. Merkwürdigerweise ist dann ferner längere Zeit übersehen worden, daß Cohn nur in rotem Licht gemessen hat und daß deshalb seine Werte, wenn sie für weißes Licht gültig sein sollen, noch mit dem Weberschen Faktor k multipliziert werden müssen. Hierauf hat Erismann im Jahre 1899 aufmerksam gemacht und nun beginnt ein zweites Mißverständnis, das auch heute noch nicht ganz beseitigt ist. Erismann interpretierte nämlich die Cohnsche Forderung so, daß allgemein — für jede Lichtart — 10 bezw. 50 Lux in Rot zu verlangen seien und daß deshalb diese Werte, je nach der Art des Lichtes, mit einem verschiedenen Wert von k multipliziert werden müßten. Das würde also für Gasglühlicht mit $k = 1{\cdot}7$, 17 und 85, für Tageslicht 23 und 115 Lux bedeuten. An so etwas hat Cohn niemals gedacht. Er hat seine Untersuchungen mit einem Gasargandbrenner angestellt, also mit einer Lichtart, deren Reduktionsfaktor sehr nahe bei 1 liegt. Es war also gleichgültig, ob die Werte in rotem oder in weißem Lichte angegeben wurden; sie hätten mit nahezu demselben Resultat auch in Grün gemessen werden können. Später hat dann allerdings Cohn diese bei Lampenlicht gewonnenen Forderungen ohne weiteres auf die Tagesbeleuchtung übertragen, aber er hat gar nicht darangedacht, durch die Multiplikation mit dem Reduktionsfaktor für Tageslicht höhere Werte zu fordern. Es geht ganz klar aus den Ausführungen von Cohn hervor, daß er die 10 und 50 Lux für alle Lichtarten verlangte und daß es eine ganz gewaltsame Interpretation wäre, wenn man aus seiner Forderung von 10 Lux in Rot herauslesen will, daß für Tageslicht 23 bis 25 Lux erforderlich seien.

Eine andere Frage ist es, ob die Cohnschen Zahlen heute noch allgemeine Gültigkeit beanspruchen können. Sie sind zu einer Zeit aufgestellt worden, in der die Beschaffung einer ausreichenden Beleuchtung sowohl von Tageslicht wie von künstlichem Licht erheblich größere Schwierigkeiten machte als heute. Nur dadurch ist es verständlich, daß der Wert für die wünschenswerte Beleuchtung und der Minimalwert so weit auseinanderliegen. Heute brauchen wir ein derartiges schwächliches Kompromiß zwischen dem Erreichbaren und dem Wünschenswerten nicht abzuschließen, sondern können getrost den Minimalwert höher legen, wenn es aus hygienischen Gründen nötig erscheint. Wir werden außerdem zugestehen müssen, daß das von Cohn beigebrachte Material, im Verhältnis zu der Bedeutung, die es beansprucht und die ihm beigelegt wurde, etwas dürftig ist und daß deshalb auch der obere Grenzwert eine Nachprüfung vertragen kann.

Theoretisch erscheint es als das Richtigste, als wünschenswerte Beleuchtung diejenige festzusetzen, bei der das Maximum der Sehschärfe erreicht wird. Eine Überschreitung dieses Wertes würde natürlich keinen Nutzen bringen, könnte im Gegenteil durch Blendung sogar Schaden stiften. Für die praktische Beurteilung wird allerdings zu entscheiden sein, ob dieses Optimum nicht so hoch liegt, daß es in Wirklichkeit als unerreichbar angesehen werden muß. Nach den Untersuchungen von König könnte es scheinen, als ob es sich tatsächlich so verhielte. König hat bis zur Grenze der von ihm angewandten Beleuchtungsstärken, und zwar bis zu 64 000 Lux eine Zunahme der Sehschärfe gefunden. Man muß aber, glaube ich, unterscheiden zwischen einer einmaligen, sekundenlangen Sehprobe und lange dauernder Naharbeit. Wenn man bedenkt, daß eine Beleuchtung von 60 000 Lux kaum im hellsten Mittagssonnenschein erreicht wird, dann ist es ganz klar, daß eine dauernde Arbeit bei solcher Beleuchtung nicht möglich wäre. Es kommt hinzu, daß die Zunahme bei den höheren Beleuchtungsstärken nur sehr geringfügig und unsicher ist. Von den Augenärzten sind dann auch sehr viel niedrigere Werte gefunden worden. Cohn selbst hat später seine Untersuchungen in ausgedehnterem Maße wiederholt und ist wieder zu demselben Grenzwert von 57 Lux gekommen. Laan und Pickema kommen zu dem Resultat, daß eine Erhöhung der Beleuchtung über 30 bis 50 Lux keine Zunahme der Sehschärfe mehr bedinge. Uhthoff hat an sechs verschiedenen Personen experimentiert. Bei vieren war das Maximum der Sehschärfe bei 33 Lux erreicht, bei zweien lag es zwischen 33 und 100. Der Zuwachs zwischen 33 und 100 war aber bei einer der beiden Versuchspersonen so gering, daß der Wert sicher sehr nahe an 33 gelegen hat; bei der anderen ist es möglich, daß das Optimum näher an 100 herankam. Ein allgemein gültiger Wert läßt sich also auch aus den Uhthoffschen Untersuchungen nicht ableiten; es zeigt sich hier, was auch aus anderen Untersuchungen hervorgeht, daß große persönliche Unterschiede bestehen; aber man darf doch aus ihnen den Schluß ziehen, daß die Cohnsche Zahl von 57 Lux oder rund 60 Lux ein gut annehmbarer Mittelwert ist, der für die meisten Personen sogar noch über und nur für wenige etwas unter dem Optimum liegen wird. Eine wesentliche Steigerung der Beleuchtung über 60 Lux erscheint deshalb auch für feinere Arbeiten nicht nötig. Natürlich ist in letzter Linie die Sehschärfe nicht vom auffallenden, sondern von dem reflektierten Licht abhängig und die Zahl von 60 Lux ist deshalb nur für eine helle, wenig Licht absorbierende Arbeitsfläche gültig. Bei Arbeiten auf dunklem Grund, etwa bei der Verarbeitung dunkler Zeugstoffe, können selbstverständlich viel größere Beleuchtungsstärken erforderlich werden.

Wie steht es nun mit dem Minimalwert? Es könnte zunächst fraglich erscheinen, ob man sich überhaupt auf die Festsetzung eines solchen Wertes einlassen, ob man nicht einfach in jedem Falle das Optimum der Beleuchtung verlangen solle. Man wird aber zugeben müssen, daß das Maximum der Sehschärfe nicht immer nötig ist und daß man sich deshalb bei weniger feinen Arbeiten, und dazu gehört meistens auch das Lesen und Schreiben, mit etwas geringerer Helligkeit begnügen kann. Deshalb mag ein solcher Minimalwert, der besonders für Schulen zu gelten hätte, genannt werden. Es liegt aber in der Natur der Sache, daß dieser Wert, der theoretisch nicht abzuleiten ist, sondern aus rein praktischen Erwägungen und subjektivem Ermessen festgesetzt werden muß, keine absolute Geltung beanspruchen kann und daß die Forderung eines Minimalwertes

Digitized by Google

niemals so gedeutet werden darf, daß bei jeder Unterschreitung dieses Wertes unbedingt nachweisbare Schädigungen des Auges entstehen müßten. Für die Bemessung des Minimalwertes würde es von großer Bedeutung sein, die Gesetzmäßigkeit zu kennen, nach der die Sehschärfe von der Beleuchtung abhängig ist. Eine sehr eingehende sorgfältige Untersuchung von König kommt in Bestätigung älterer Arbeiten von Aubert und Posch zu dem Resultat, daß die Sehschärfe wenigstens bei den uns interessierenden Beleuchtungsstärken dem Logarithmus der Beleuchtung proportional sei. Andere Untersucher, die allerdings nicht so systematisch vorgegangen sind, haben das Gesetz nicht bestätigen können und überhaupt keine mathematisch formulierbare Abhängigkeit aufgefunden. Jedenfalls sind große individuelle Differenzen vorhanden: bei kurzsichtigen und alten Leuten soll die Sehschärfe bei sinkender Beleuchtung besonders stark und schnell abnehmen. Soviel geht aber doch aus allen Versuchen übereinstimmend hervor, daß mit zunehmender Beleuchtung die Sehschärfe zuerst sehr rasch und dann immer langsamer wächst. Der Verlauf der Kurve ist so, daß sie zuerst steil ansteigt und sich in ihrem letzten Teil ganz allmählich dem zur Abszissenachse parallelen Verlauf nähert. Natürlich wäre es am rationellsten, den Minimalwert in diesen letzten, nahezu horizontalen Teil der Kurve zu verlegen, da hier einer beträchtlichen Abnahme der Beleuchtung erst relativ kleine Einbußen an Sehschärfe entsprechen. Wenn man sich aus den vorliegenden Beobachtungen eine mittlere Kurve konstruiert, kommt man so auf etwa 25 Lux, und das ist ein Wert, der auch auf Grund praktischer Erfahrungen besonders für Schulen ziemlich allgemein als Minimalwert verlangt wird. Aber eine gewisse Willkür ist bei dieser Festsetzung wie bei allen solchen Kompromissen nicht zu vermeiden und man wird jedenfalls gut tun, immer dessen eingedenk zu bleiben, daß dieser Wert einen Minimalwert und nicht die Norm darstellt. Erhebliche Schwierigkeiten in der Beschaffung dieser Beleuchtung sind heute nicht mehr vorhanden und können nicht mehr als Hinderungsgrund anerkannt werden.

Die wirtschaftlichen Fortschritte kommen aber nicht nur der Quantität, sondern indirekt auch der Qualität des Lichtes zugute. Sie setzen uns in den Stand, diejenige Beleuchtungsart, die hygienisch am höchsten steht, die indirekte oder teilweise indirekte Beleuchtung, ohne Bedenken anzuwenden, da der Lichtverlust, der damit verbunden ist, jetzt nicht mehr so stark ins Gewicht fällt. Es kommt hinzu, daß gerade die stärkeren Lichtquellen, die sich am besten für die indirekte Beleuchtung eignen, unter den modernen Beleuchtungsvorrichtungen reichlich vertreten sind. Auf die hygienische Bedeutung der indirekten Beleuchtung komme ich später noch zurück.

Weniger für die Hygiene des Auges als für die allgemeine Hygiene von Bedeutung ist die Verminderung der unerwünschten Nebenprodukte der Beleuchtung, die ebenfalls mit dem besseren Wirkungsgrad der Lichtquellen verbunden ist. Solche Nebenprodukte sind die Wärmeproduktion und bei den mit Brennstoffen arbeitenden Lampen auch die Luftverunreinigung. Was zunächst die Wärmeproduktion anlangt, so ist ja der Wirkungsgrad unserer Lichtquellen trotz aller Verbesserungen immer noch sehr klein; praktisch können wir jedenfalls annehmen, daß die gesamte zugeführte Energie in Wärme umgesetzt wird. Die Verminderung der Wärmeproduktion ist also der Energieersparnis nahezu direkt proportional, und das ist eine Tatsache von sehr großer hygienischer Bedeutung. Denn die Wärmeproduktion ist zum mindesten lästig — sie kann direkt zu Gesundheitsschädigungen führen, wenn die Bedingungen für die Entwärmung des Körpers an sich schon ungünstig sind und wenn dann die von den Lampen produzierte Wärme hinzukommt. In Räumen, in denen eine große Anzahl von Menschen zusammengedrängt ist Theatern, Konzertsälen, Versammlungsräumen, auch Schulen, konnte, wenn nicht sehr gute, den besonderen Verhältnissen angepaßte Ventilationseinrichtungen vorhanden waren, die Verwendung der älteren Lichtquellen zu unerträglichen Zuständen führen. Die Bedeutung der erschwerten Wärmeabgabe ist erst in letzter Zeit durch die Untersuchungen von Flügge und seinen Schülern richtig gewürdigt; diese Arbeiten haben bewiesen, daß alle diejenigen Gesundheitsstörungen, die in überfüllten Räumen auftreten können und die man bislang auf besondere, von Menschen ausgeschiedene gasförmige Giftstoffe zurückzuführen suchte, nur der Erschwerung der Wärmeabgabe und der dadurch entstandenen Wärmestauung zuzuschreiben sind. Man kann mit vollem Recht sagen, daß die ausreichende und dabei hygienisch einwandfreie Beleuchtung solcher Räume erst durch die modernen Lichtquellen möglich geworden ist.

Für kleinere, nur durch eine Lichtquelle beleuchtete Räume und besonders für einzelne Arbeitsplätze kommt weniger die Gesamtwärmeproduktion als die in Form von Strahlung abgegebene Wärme in Betracht. Man muß von einer Lichtquelle, die zur Beleuchtung eines Arbeitsplatzes dient, verlangen, daß ihre Wärmestrahlung zum mindesten nicht belästigend, besser überhaupt nicht merklich sei. Denn von der merkbaren Wärmeempfindung bis zur Belästigung ist nur ein kleiner Schritt. Stärkere Wärmestrahlung kann äußerst lästig werden. Die Belästigung kann sich bis zu Kopfschmerz steigern und es kann sich auch ein sehr unangenehmes, die Arbeit erschwerendes Brennen im äußeren Auge, an der Bindehaut und an den Augenlidern, bei längerer Einwirkung Entzündung der Bindehaut einstellen.

Quantitative Untersuchungen über die zulässige Wärmestrahlung sind zuerst von Rubner angestellt worden. Er hat die eben merkliche Wärmemenge, den idealen Grenzwert, wie er ihn nennt, zu 0·58 $\frac{mg.\,cal.}{sec.\,cm^2}$ gefunden. Praktisch will Rubner einen etwas höheren Wert, 0·83 mg. cal. zulassen. Die Werte sind individuell verschieden und auch von der Temperatur der Umgebung abhängig. Spätere Untersuchungen, die ich mit anderer Methodik an anderen Personen angestellt habe, ergaben einen etwas größeren Wert, 0·87 mg. cal. Auf Grund dieser Grenzwerte kann man nun, wenn die Wärmemenge der Lichtquelle bekannt ist, ohne weiteres die zulässige Annäherung feststellen und man kann ferner, wenn man auch die Lichtstärke berücksichtigen will, die Beleuchtung einer Fläche ausrechnen, die sich in dem erlaubten Abstand dieser Lampe gegenüber befindet. Die Größe dieser Beleuchtung ist von Rubner als ausnutzbare Lichtstärke bezeichnet. Sie beträgt zum Beispiel für den Gasargandbrenner 26, für den Auerbrenner 230 Lux. Ich darf aber nicht unterlassen darauf hinzuweisen, daß sowohl der Grenzwert von Rubner wie auch der von mir gefundene zu hoch ist. Wir haben beide mit ungenügend geeichten Apparaten gearbeitet und das geht daraus hervor, daß wir beide die Strahlung der Hefnerlampe, deren Wert ja jetzt sicher bekannt ist, erheblich zu hoch gefunden haben. Die Rubnerschen Werte sind um 53 und meine um 21% zu hoch. Allerdings werden die berechneten Zahlen für die Ausnutzbarkeit der Beleuchtung hiedurch nicht berührt, da die Strahlung der Lampen natürlich um denselben Prozentsatz zu hoch gefunden wurde. Aber man darf nun nicht, wie es zum Beispiel Voege getan hat, diese zu hoch gefundenen Grenzwerte zur Berechnung der Ausnutzbarkeit benutzen, wenn man die Strahlungswerte der Lichtquellen richtig gemessen hat. Die Angaben von Voege werden also hienach zu korrigieren sein.

Nach allen vorliegenden Messungen ist die Wärmestrahlung unserer modernen Lichtquellen so gering, daß irgend eine Belästigung oder Schädigung durch sie nicht mehr zu befürchten ist. Wir sind heute, wo wir den früheren Zustand fast vergessen haben, leicht geneigt, die Bedeutung dieser Tatsache zu unterschätzen, aber wenn wir etwa an die Arbeit bei einem Gasargandbrenner zurückdenken, so werden wir doch der Beleuchtungstechnik dankbar sein, daß sie uns von dieser unangenehmen Nebenwirkung befreit hat.

Nun ist aber in letzter Zeit von Vogt darauf aufmerksam gemacht worden, daß die brechenden Medien des Auges für Wärmestrahlung nicht so undurchlässig seien, wie man bislang angenommen hatte. Nach Vogt gelangen etwa 3% der gesamten strahlenden Energie einer 32 kerzigen Kohlenfadenglühlampe bis zur Netzhaut; 25% werden von der Hornhaut durchgelassen und davon sollen etwa 80% aus unsichtbarer Strahlung bestehen. Diese das Auge durchdringende Strahlung geht aber nur von weißglühenden Körpern aus; von solchen, die gar nicht leuchten oder sich nur in Rotglut befinden, werden sie nicht ausgesandt. Es scheint sich also um das langwelligste, an der Grenze der Sichtbarkeit liegende Infrarot zu handeln und es ist wahrscheinlich, daß unsere neueren Lichtquellen an diesen Strahlen reicher sind. Ob dieses Infrarot in der Menge, in der es praktisch in Betracht kommt, imstande ist, das Auge zu schädigen, müssen erst weitere Versuche und Beobachtungen lehren.

Ganz ähnlich wie bei der Wärmeproduktion liegt die Sache mit der Luftverunreinigung. Auch sie ist der zugeführten Energie, das heißt der Menge der verbrauchten Brennstoffe, direkt proportional. Auch die Luftverunreinigung hat deshalb nicht mehr die Bedeutung, die ihr früher beigelegt wurde; sie ist zum Beispiel bei der Gasbeleuchtung auf ein Zehntel oder noch weniger zurückgegangen. Von den beiden hauptsächlichsten Verbrennungsprodukten, Kohlensäure und Wasserdampf, wird die erstere kaum jemals eine bedenkenerregende Konzentration erreichen. Die Schädlichkeitsgrenze liegt sicher nicht unter 2%. Auch die Sauerstoffverminderung ist hygienisch vollkommen bedeutungslos; eher könnte der Wasserdampf durch Behinderung der Wärmeabgabe schädlich werden. Nicht gleichgültig sind die Verbrennungsprodukte des Stickstoffes; Stickoxyd und salpetrige Säure, die bei empfindlichen Personen Reizungen der Schleimhäute und der Atemwege hervorrufen können, und ferner die schweflige Säure, die ähnliche Wirkungen äußert. Kohlenoxyd und andere verbrennbare Kohlenstoffverbindungen werden auch unter ungünstigen Verhältnissen in so kleinen Mengen entwickelt, daß eine Schädigung nicht zu besorgen ist. Im allgemeinen können wir sagen, daß die Gefahr einer Gesundheitsschädigung durch die Verbrennungsprodukte nicht allzu groß ist und auch früher vielfach überschätzt wurde. Ganz gleichgiltig sind sie aber auch nicht; jedenfalls sind sie ein unerwünschtes Nebenerzeugnis, dessen Verminderung mit Freuden zu begrüßen ist.

Wenn wir so allen Grund haben, uns über die erreichten Fortschritte in quantitativer Hinsicht zu freuen, so ist es zunächst noch fraglich, ob auch die qualitativen Veränderungen eine ebenso günstige Beurteilung erfahren können. Die qualitativen Veränderungen, welche

Digitized by Google

die neuen Lichtquellen gegen die älteren aufweisen, beruhen mit wenigen Ausnahmen auf der höheren Temperatur des leuchtenden Körpers. Diese Temperaturerhöhung ist es ja, der im wesentlichen die wirtschaftlichen Fortschritte zu verdanken sind. Man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß das Bestreben, eine möglichst hohe Temperatur des Leuchtkörpers zu erreichen, das Hauptziel der Beleuchtungstechnik gewesen ist. Es würde deshalb eine außerordentlich harte Forderung sein, wenn man von der Technik verlangen wollte, daß sie auf diesem bislang so erfolgreichen Wege nicht mehr weiter fortschreiten dürfe und es müßten schon sehr schwerwiegende, auf keine andere Weise zu beseitigende oder zu kompensierende hygienische Nachteile sein, die eine solche Forderung rechtfertigen könnten.

Wie liegen nun in Wirklichkeit die Verhältnisse? Nach drei Richtungen ändert sich durch die Temperaturerhöhung die Qualität des Lichtes: Die Flächenhelle wächst, und das Maximum der ausgesandten Energie wird nach dem kurzwelligen Ende des Spektrums verschoben, was eine Vermehrung der ultravioletten Strahlung und eine Veränderung der Farbe im sichtbaren Teil zur Folge hat. Die hygienische Bedeutung dieser Veränderungen muß nun untersucht werden. Die Vermehrung der Flächenhelle ist zweifellos als ein Nachteil zu bezeichnen. Je größer die Flächenhelle ist, desto unangenehmer ist das subjektive Gefühl der Blendung beim Hineinsehen in die Lichtquelle, desto intensiver und störender sind die Nachbilder, um so mehr wird die Naharbeit erschwert und um so leichter wird es zu Schädigungen des Auges kommen. Man hat nun mehrfach versucht, auch für den Glanz einen Grenzwert der Zulässigkeit aufzustellen. Für ihn muß aber das, was mehr oder weniger für alle hygienischen Grenzwerte gilt, in besonders hohem Maße gelten: er muß mit Verständnis benutzt werden und man muß bei seiner Verwendung über seine Bedeutung vollständig im klaren sein. Der Grenzwert kann natürlich niemals den Sinn haben, daß man in eine Lichtquelle, deren Flächenhelle die zulässige Grenze nicht überschreitet, beliebig lange hineinsehen könne. Wenn man ihn so festsetzen wollte, würde man zu so niedrigen Werten kommen, daß sie sich kaum verwirklichen ließen, und eine solche Forderung würde auch weit über das praktisch Notwendige hinausgehen. Andererseits soll er aber auch nicht bedeuten, daß ein kurzes Hineinsehen in eine Lichtquelle, deren Glanz die Grenze überschreitet, auf jeden Fall zu einer nachweisbaren Schädigung des Auges führen müsse. Die Zeit, während der die Schädlichkeit einwirkt, wird also bei der Festsetzung des Grenzwertes eine große Rolle spielen und der Grenzwert wird verschieden ausfallen müssen, je nach der Zeitdauer, die man zugrundelegt. Es kommt hinzu, daß wir kein objektives Merkmal besitzen, wann die Wirkung des Glanzes die zulässige Grenze überschreitet. Lange ehe eine wirklich nachweisbare Schädigung des Auges beginnt, treten subjektive Unlustgefühle und Beschwerden auf, und zwar so lebhaft, daß bei der Festsetzung des Grenzwertes zunächst ihre Vermeidung angestrebt werden muß. Auch dadurch ist natürlich dem Ermessen des einzelnen ein weiter Spielraum geboten.

Eine weitere bisher wenig beachtete Schwierigkeit liegt auf physiologischem Gebiete. Für die physikalische Wirkung des Glanzes kommt es ja nicht auf die rein physiologische Größe: Lichtstärke durch Oberfläche an, sondern sie muß in letzter Linie abhängig sein von dem Verhältnis zwischen der wirklich ins Auge gelangten Lichtmenge und der Größe des Netzhautbildes. Die beiden Ausdrücke sind aber nur dann einander proportional, wenn erstens der Durchmesser der Pupille konstant ist und zweitens die Lichtquelle scharf auf der Netzhaut abgebildet wird. Was zunächst den ersten Punkt, die Pupillengröße, anlangt, so kann man wohl annehmen, daß in einem Auge, das in eine helle Lichtquelle direkt hineinsieht, die Pupille immer maximal verengt ist; aber es kommen doch ziemlich erhebliche individuelle Schwankungen vor, und die müssen natürlich bis zu einem gewissen Grade auch die Empfindlichkeit gegen die Blendung beeinflussen. Für wichtiger halte ich den zweiten Punkt; die scharfe Abbildung der Lichtquelle auf der Netzhaut. Bei unscharfer Abbildung wird das Netzhautbild größer und dementsprechend reduziert sich auch die physiologische Wirkung, da sich ja nun der Reiz auf eine größere Fläche verteilt. Das kommt praktisch in Frage bei leuchtenden Flächen, deren Ausdehnung in wenigstens einer Dimension sehr gering ist. Sie wissen, daß uns solche Flächen durch Irradiation verbreitert erscheinen. So sehen wird die Fäden einer brennenden Glühlampe erheblich breiter, als sie in Wirklichkeit sind und diese Erscheinung beruht, wenigstens sicher zum größten Teil, auf unscharfer Abbildung. Damit hängt es zusammen, daß die physiologische Wirkung des Glanzes der elektrischen Glühlampen keineswegs so überwältigend ist, wie sie nach der physikalischen Größe zu erwarten wäre und daß zwischen Kohlenfadenlampe und Metallfadenlampe kein wesentlicher Unterschied besteht, trotzdem die Flächenhelle der letzteren etwa das Vierfache beträgt.

Nun kommt aber noch etwas hinzu. Die physiologische Wirkung ist nicht allein abhängig von dem Verhältnis zwischen Lichtmenge und Größe des Netzhautbildes, sondern außerdem auch von der absoluten Größe der ins Auge gelangten Lichtmenge. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß, wenn wir uns von einer Lichtquelle, die aus der Nähe betrachtet unerträglich blendend wirkt, allmählich entfernen, daß dann das Blendungsgefühl abnimmt und daß wir auch die intensivste Lichtquelle aus sehr großer Entfernung ohne Beschwerde betrachten können. Ebenso wirkt von zwei Lichtquellen gleicher Flächenhelle diejenige am stärksten, die die größte Flächenausdehnung besitzt. Dies Verhalten ist ja eigentlich selbstverständlich; der Grund liegt darin, daß durch die größere Lichtquelle auch ein größeres Stück der empfindlichen Fläche gereizt wird, geradeso, wie bei einer Hautverbrennung der Schmerz um so lebhafter empfunden wird, je größer das Hautstück ist, das von der Schädigung betroffen ist. Daneben kommt bei großer Entfernung, wenn das Netzhautbild sehr klein wird, auch noch die unscharfe Abbildung in Betracht, und drittens mag auch noch der Umstand von Bedeutung sein, daß die äußeren Teile der Netzhaut mehr Stäbchen enthalten, daß also das Bild einer kleinen Lichtquelle, das noch in die Fovea centralis fällt, fast ausschließlich Zapfen, das größere dagegen in ausgedehntem Maße auch die lichtempfindlicheren Stäbchen reizt. Schließlich ist noch zu berücksichtigen, daß auch der Adaptationszustand des Auges eine Rolle spielt: das dunkel adaptierte Auge ist gegen Blendung sehr viel empfindlicher als das helladaptierte; nach Feilchenfeld beträgt der Unterschied das Hundertfache.

Wir sehen also, daß der rein physikalische Begriff der Flächenhelle keineswegs einen zuverlässigen Ausdruck für ihre physiologische Wirkung liefert und daß es andererseits unmöglich ist, alle die hiefür in Betracht kommenden Momente in einen Ausdruck zusammenzufassen. Wir müssen deshalb für den Grenzwert wohl oder übel den physikalischen Begriff zugrundelegen und auch deshalb ist, abgesehen von den vorhin erwähnten praktischen Schwierigkeiten der Festsetzung, jeder Grenzwert mit großer Unsicherheit behaftet. Nun ist das Bedürfnis nach einem solchen Grenzwert aber auch nicht sehr groß. Denn bei allen halbwegs modernen Lichtquellen, das Moorelicht ausgenommen, ist die Flächenhelligkeit so beträchtlich, daß sie immer über jedem auch noch so hoch festgesetzten Grenzwert liegen würde. Wir müssen deshalb ein für alle Mal den Grundsatz festhalten, daß jede Lichtquelle entweder so angebracht werden muß, daß ein Hineinsehen vermieden wird oder daß sie mit lichtstreuenden Vorrichtungen zu versehen ist, die den Glanz heruntersetzen. Ein Grenzwert ließe sich also wohl zur Beurteilung solcher glanzvermindernden Umhüllungen benutzen, er kann aber niemals den Sinn haben, daß bei seiner Überschreitung die Lichtquelle selbst verworfen werden müßte. Die bisher vorgeschlagenen Grenzwerte bewegen sich zwischen 0·1 und 1 Hefnerkerze für das cm². Stockhausen hat sich für den Wert von 0·75 Kerzen entschieden und macht darauf aufmerksam, daß das etwa die Flächenhelle des Himmels sei an solchen Tagen, an denen man ohne Blendungsgefühl den Himmel betrachten könne. Von sämtlichen Lichtquellen, die Stockhausen untersucht hat, entsprachen nur drei: Kienspan, Kerzen und Gasschnittbrenner dieser Forderung. Hertel und Henker haben ihren Anforderungen direkt die Helligkeit des Himmels zugrundegelegt, allerdings ohne sie zahlenmäßig festzustellen. Sie gehen von der Überlegung aus, daß die adäquate Beleuchtung für das Auge das Tageslicht sei und begnügen sich deshalb nicht damit, einen Grenzwert für die gesamte Flächenhelle festzusetzen, sondern sie verlangen, daß eine künstliche Lichtquelle in keinem Spektralbezirk — einschließlich des Ultravioletts — eine größere Intensität aufweisen dürfe, als sie das Himmelslicht an einem trüben Novembertage besitzt. Diese Helligkeit kann man zu etwa 0·2 bis höchstens 0·3 Kerzen für das cm² annehmen. Die Forderung von Hertel und Henker bewegt sich also innerhalb der sonst vorgeschlagenen Grenzen und geht über die Stockhausensche Forderung noch hinaus. Über die Berechtigung dieser Forderung ließe sich streiten. Jedenfalls scheint mir die Festsetzung gerade eines trüben Novemberhimmels als Norm nicht ohne Willkür und auch eine recht unsichere Größe zu sein; aber es ist von Interesse, daß auch Hertel und Henker zu dem Schluß kommen, daß keine unserer modernen Lichtquellen als einwandfrei gelten könne, daß es sich aber durch Umhüllung mit lichtstreuenden Medien bei allen erreichen lasse, daß sie auch ihrer Forderung gerecht werden.

Wir kommen damit zur Erörterung der Mittel, mit denen wir die unvermeidliche große Flächenhelle unserer modernen Lichtquellen unschädlich machen können. Durch lichtstreuende Umhüllungen läßt sich der Glanz bis zu einem beliebigen Grade heruntersetzen und es läßt sich ja auch leicht berechnen, wie groß der Durchmesser etwa einer zerstreuenden Kugel sein muß, wenn ein bestimmter Grenzwert innegehalten werden soll. Bei der Berechnung muß aber berücksichtigt werden, daß, wenn die Flächenhelle in einer bestimmten Richtung ausgedrückt werden soll, nicht die Oberfläche der Kugel, sondern nur ihre Projektion, also der Inhalt eines Kreises vom Radius der Kugel, in Rechnung gesetzt werden darf. Der Radius der Kugel muß deshalb doppelt so groß angenommen werden, wie sich sonst aus der Rechnung ergäbe.

Natürlich ist dabei eine vollkommene Zerstreuung des Lichtes vorausgesetzt; sobald noch direktes Licht durchgelassen wird, müssen

Digitized by Google

die Abmessungen erheblich größer werden. Vom hygienischen Standpunkte wäre zu bemerken, daß für stärkere Lichtquellen zweifellos Milchglas das wünschenswerteste Material ist; Mattglas ist wegen seiner ungenügenden Streuung nur für schwächere Lichtquellen von nicht allzugroßer Flächenhelle brauchbar und die Prismengläser mit ihrer unruhigen Oberfläche sind dem Auge nicht angenehm.

Selbstverständlich braucht nicht immer die ganze Lichtquelle nach allen Seiten abgeblendet zu werden, sondern man kann sich auf diejenigen Richtungen beschränken, aus denen sie überhaupt gesehen werden kann. In anderen Richtungen ist es sogar oft vorteilhaft, durch Reflektoren den Lichtstrom zu verstärken, und so ergeben sich durch die Kombination von zerstreuender und reflektierender Wirkung der Umhüllung mannigfache Möglichkeiten, die sowohl den hygienischen wie den wirtschaftlichen Anforderungen gerecht werden.

Nun habe ich bereits vorhin darauf hingewiesen, daß es praktisch nicht möglich und auch keineswegs nötig ist, die Flächenhelle soweit herunterzusetzen, daß ein dauerndes Hineinblicken in die Lichtquelle ohne Belästigung geschehen kann. Die Umhüllung mit streuenden Mitteln enthebt uns deshalb nicht der Verpflichtung, die Lichtquelle so anzubringen, daß sie möglichst wenig in die Blickrichtung fällt. Unbedingt muß diese Forderung aufgestellt werden für alle Räume, in denen dem Blick eine bestimmte Richtung angewiesen ist; Schulen, Vortragssäle, Theater, Versammlungsräume usw. Hier ist in der bevorzugten Blickrichtung jede Lampe vom Übel. Auch für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen und von Wohnräumen sollte dieser Grundsatz entsprechende Anwendung finden.

Die Forderung bedarf aber noch einer Erweiterung. Es ist eine tägliche Erfahrung, daß eine Lichtquelle nicht nur dann blendend wirkt, wenn sie in der Richtung der Augenachse liegt und also auf der Mitte der Netzhaut abgebildet wird, sondern daß auch außerhalb der Achse einfallendes Licht starke Blendungserscheinungen bewirken kann. Weniger bekannt ist es, daß durch diese seitliche Blendung eine Änderung der normalen Sehschärfe hervorgerufen wird. Was zunächst den letzteren Einfluß anlangt, so verdanken wir darüber besonders Depène genauere Untersuchungen. Es hat sich dabei das überraschende Resultat ergeben, daß die Änderung der Sehschärfe keineswegs immer im negativen Sinne verläuft. Bei unzureichender Beleuchtung, wenn sowieso nicht die volle Sehschärfe vorhanden ist, wird durch die seitliche Blendung die Sehschärfe noch erheblich weiter herabgesetzt, und zwar beginnt die Wirkung schon bei einem Einfallswinkel von nahezu 90° und nimmt mit kleiner werdendem Winkel erst langsam, dann von etwa 40° an rasch zu. Ist aber die Beleuchtung ausreichend, so erfährt die Sehschärfe durch die seitliche Blendung sogar noch eine kleine Steigerung, und zwar höchstwahrscheinlich dadurch, daß sich die Pupille verengt. Nach neueren Untersuchungen von Lohmann scheint allerdings auch bei reichlicher Beleuchtung die Sehschärfe erheblich herabgesetzt zu werden, wenn das seitliche Licht sehr hell und der Einfallswinkel nicht zu klein ist. Die Wirkung begann auf der äußeren Außenseite bei 40, auf der inneren bei etwa 20°.

Ganz unabhängig von der Herabsetzung der Sehschärfe, aber ebenso wichtig, sind die sehr unangenehm subjektiven Empfindungen, die mit der seitlichen Blendung verbunden sind. Die Belästigung ist ebenso wie die Herabsetzung der Sehschärfe umso größer, je größer die Flächenhelle der Lichtquelle ist, je größer die ins Auge gelangte Lichtmenge und je kleiner der Winkel, um den die Richtung der Lichtquelle von der Achse abweicht. Ein allgemein gültiger Grenzwert wird sich deshalb auch für diesen Winkel nicht angeben lassen. Am einfachsten wäre es natürlich, ihn so groß zu wählen, daß das Bild der Lichtquelle überhaupt nicht mehr auf die Netzhaut fallen kann. Da aber das Gesichtsfeld des Auges nach den verschiedenen Seiten 70 bis über 90° beträgt, würde sich diese Forderung praktisch wohl kaum durchführen lassen. Man wird gewöhnlich damit auskommen, wenn man für mittlere Verhältnisse 45° als Grenzwinkel annimmt und also für solche Räume, in denen das Auge längere Zeit eine bestimmte Blickrichtung einhalten soll, die Forderung aufstellt, daß in einem Kegel, dessen Achse die Blickrichtung bildet und dessen Spitzenwinkel 90° beträgt, womöglich überhaupt keine, jedenfalls keine starken und keine nackten Lichtquellen liegen dürfen. Für Arbeitsplätze, besonders an Schreibtischen, möchte ich noch weiter gehen. Hier kann wegen der Nähe der Lampe schon ein Winkel von 90° unangenehm empfunden werden und ich glaube nicht, daß es eine zu hohe Forderung ist, wenn man verlangt, daß die Lichtquelle, die den Platz beleuchtet, in keiner möglichen Blickrichtung direkt zu sehen sei. Auch die Flächenhelle der Umhüllung soll so gering wie möglich sein — die Verwendung hellgrün überfangener Schirme ist durchaus zweckmäßig — und es darf auch kein Teil der Innenfläche des Reflektors Licht ins Auge gelangen lassen oder wenigstens mit der Blickrichtung keinen kleineren Winkel als etwa 80° bilden. Daß es sich hier nicht nur um theoretische Forderungen handelt, geht aus einer in neuester Zeit veröffentlichten Untersuchung von Ferree hervor. Ferree hat mit einer nachher noch zu besprechenden Methode die Ermüdung des Auges nach drei- bis vierstündiger Arbeitszeit bei Tageslicht, bei indirekter und bei direkter Beleuchtung gemessen. Es ergab sich, daß bei Tageslicht und bei indirekter Beleuchtung die Ermüdung nur gering, bei direkter dagegen sehr erheblich war. Die Beleuchtung scheint allerdings ganz besonders unzweckmäßig gewesen zu sein — nackte Glühlampen, die etwa 40 cm über der Tischfläche hingen — aber schließlich doch nicht schlimmer, als es in der Praxis häufig genug vorkommt.

Am sichersten läßt sich zweifellos die Blendung vermeiden, wenn man die Lichtquelle für jede mögliche Blickrichtung mit einer undurchlässigen Umhüllung umgibt und zur Beleuchtung nur solche Strahlen verwendet, die von der Decke, von den Wänden oder von besonderen großen Schirmen reflektiert werden. Die Helligkeit dieser leuchtenden Flächen ist sehr gering und sie liegen dazu meistens so hoch, daß sie überhaupt kaum jemals in die Blickrichtung fallen. Die weiteren Vorzüge dieser indirekten Beleuchtung sind bekannt: die sehr gleichmäßige Verteilung des Lichtes, die Verminderung der Schlagschatten sind vom Standpunkte der Hygiene als sehr große Vorteile anzusehen und auch der an sich hohe Lichtverlust ist nicht so bedenklich, weil er, wenigstens zum Teil, durch die Aufhellung der Schatten ausgeglichen wird. Die meisten Hygieniker betrachten deshalb auch die rein indirekte Beleuchtung als das Ideal und möchten sie für alle Räume, in denen Naharbeit verrichtet wird, eingeführt sehen. Es ist aber nicht zu leugnen, daß ein solcher rein indirekt beleuchteter Raum auf den, der ihn zuerst betritt, einen etwas fremdartigen Eindruck macht — die Beleuchtung hat, ich möchte sagen, etwas wesenloses —, sie wird auch meistens dunkler empfunden, als sie in Wirklichkeit ist. Man gewöhnt sich aber sehr bald an diese Eigentümlichkeit und empfindet doch dann dankbar ihre Vorzüge. Natürlich gibt es auch Fälle, in denen etwas stärkere Schlagschatten erwünscht sind; in einem Saal, in dem nach Gipsmodellen gezeichnet wird, ist die rein indirekte Beleuchtung nicht zu gebrauchen und auch in feinmechanischen Werkstätten kann die Bearbeitung kleiner Teile durch das geringe Hervortreten des Reliefs erschwert werden.

Statt der rein indirekten Beleuchtung wird man in den meisten Fällen, ohne daß die Hygiene darunter leiden müßte, eine mit direktem Licht gemischte Beleuchtung anwenden können. Sobald die Räume nicht nur zum Lesen und Schreiben dienen sollen, sobald ein festlicherer Eindruck gewünscht und auf ästhetische Wirkung größerer Wert gelegt wird und schließlich auch, wenn an Betriebskosten gespart werden muß, wird man der sogenannten halbindirekten Beleuchtung — wobei das Halb nicht wörtlich zu nehmen ist — den Vorzug geben. Es muß dann aber darauf geachtet werden, daß die durchlässigen Reflektoren, deren Flächenhelle gewöhnlich noch ziemlich hoch ist, nicht so niedrig hängen, daß sie in die Blickrichtung fallen. In hohen Räumen wird man häufig auch damit auskommen können, daß man die Lichtquellen, und zwar viele kleinere Lichtquellen, nahe an der Decke anbringt; wenn man dann die untere Hälfte der Lampen mattiert, so hat man eine Beleuchtung, die hygienisch durchaus annehmbar und wirtschaftlich sehr viel günstiger ist als die rein indirekte Beleuchtung.

Wenn man sich in der Wirklichkeit, besonders in kleineren Städten einmal umsieht, wie es da mit den ausgeführten Anlagen steht, dann muß man wohl zugeben, daß manches verbesserungsbedürftig ist. Wer entscheidet denn über die Ausführung einer Beleuchtungsanlage? In Privathäusern der Installateur unter mehr oder minder intensiver Mitwirkung des Eigentümers, und wenn es hoch kommt, auch des Architekten, der aber leider häufig mehr die dekorative als die hygienische und beleuchtungstechnische Seite der Aufgabe berücksichtigt. Und in öffentlichen Gebäuden ist es nicht viel anders. Auch hier beherrscht das ästhetische Moment sehr häufig zum Schaden der Hygiene das Feld. Ich habe noch vor wenigen Jahren in einem durchaus modern eingerichteten neuen Vortragssaal einen Kronleuchter gefunden, der so niedrig hing, daß es für die hinten Sitzenden geradezu qualvoll war, den Vortragenden anzusehen, so blendeten die nackten Metallfadenlampen, die am Kronleuchter hingen. Aber der Kronleuchter war eine sehr schöne Bronzearbeit und wirkte prachtvoll — wenn er nicht brannte. Es fehlt hier eben an dem allgemein gebildeten Beleuchtungsingenieur, der nicht nur etwas von Lampen, sondern auch von Beleuchtung versteht und auch die wenigen, wahrhaftig nicht gerade schwierigen, hygienischen Grundsätze beherrscht: Die ästhetische Wirkung braucht dabei keineswegs zu kurz zu kommen.

Durch die richtige Anbringung der Lichtquellen würde nun auch eine Frage erheblich an Bedeutung verlieren, die in letzter Zeit sehr lebhaft und nicht immer in erfreulicher Weise diskutiert worden ist: die Frage nach der Bedeutung des Ultravioletts. Daß unsere modernen Lichtquellen reicher an Ultraviolett sind als die älteren, ist eine Folge ihrer höheren Temperatur und ist nicht zu vermeiden. Die Hygiene ist also nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet, den Einfluß dieser Strahlung zu untersuchen und eventuell Maßregeln zur Verhütung der schädlichen Wirkung zu

Digitized by Google

fordern. Als einer der ersten hat Stärkle im Jahre 1904 das Ultraviolett schädlicher Wirkungen beschuldigt. Stärkle war es aufgefallen, daß nach Einführung des Auerbrenners und der elektrischen Glühlampen häufiger als früher über Beschwerden bei der Naharbeit geklagt wurde, die sich in leichterer Ermüdung des Auges, im Brennen der Lider und der Bindehaut äußerten. Da ein anderer Grund nicht aufzufinden war, glaubte er, daß die reichlichere Ultravioletttstrahlung dieser Lichtquellen die Schuld trage. Bei den Stärkleschen Ausführungen ist es aber auffallend, daß auch die Kohlenfadenlampen — Metallfadenlampen gab es damals noch nicht — mit unter den schädlichen Lichtquellen genannt werden. Es scheint, als ob es sich hier mehr um eine Wirkung der Flächenhelle als des Ultravioletts gehandelt habe. Einige Jahre später haben dann Schanz und Stockhausen mit fast denselben Gründen den Gedanken wieder aufgenommen. Auch Schanz geht von der Beobachtung aus, daß bei vielen Menschen, die ihr tägliches Pensum an Nahrarbeit im Sommer bei Tageslicht mühelos bewältigen, im Winter bei künstlichem Licht starke Reiz- und Ermüdungserscheinungen an den Augen sich einstellen. Da die ultraviolettarme Petroleumlampe diese unangenehme Wirkung nicht besitzt, da andererseits die schädigende Wirkung des Ultravioletts durch zahlreiche Tierexperimente und auch durch unfreiwillige Versuche am Menschen feststeht, glaubte Schanz seine Beobachtungen durch den Ultraviolettreichtum unserer modernen Lichtquellen erklären zu können und verlangte, daß besondere Schutzvorrichtungen gegen den schädigenden Einfluß dieser Strahlen getroffen würden. Weiterhin haben dann Schanz und Stockhausen die einzelnen Wellenlängen des Ultravioletts in ihrer Wirkung auf das Auge näher untersucht. Sie kommen zu dem Resultat, daß zwischen den verschiedenen Spektralbezirken sehr große Unterschiede in der physiologischen Wirkung bestehen. Die Strahlen unter 320 μμ dringen nicht ins Auge hinein, sie verursachen Entzündungen am äußeren Auge. Die Strahlen von 320 μμ bis 375 μμ gelangen ins Auge, werden aber von der Linse stark absorbiert und erreichen nur bei ganz jungen Personen die Netzhaut. Die langwelligen Strahlen endlich, 375 μμ bis 400 μμ bringen die Linse zum Fluoreszieren: ein Teil gelangt bis zur Netzhaut und ruft dort ebenfalls Fluoreszenz hervor. Ob die lavendelgraue Lichtempfindung, die von diesen Strahlen erzeugt wird, auf der Fluoreszenz oder auf direkter Erregung der Netzhaut beruhe, läßt Schanz unentschieden. Schanz und Stockhausen halten nun im Gegensatz zu früheren Anschauungen die langwelligen in das Auge eindringenden Strahlen für besonders schädlich. Die Fluoreszenz der Linse ist nach ihrer Ansicht kein gleichgültiger Vorgang; sie soll Blendung und Herabsetzung der Sehschärfe durch Verschleierung des Bildes bewirken und außerdem sollen diese Strahlen an der Entstehung des Stares beteiligt sein. Ein Schutz gegen sie sei deshalb notwendig, und da das Glas in der gewöhnlichen in Betracht kommenden Dicke nur die Strahlen unterhalb 300 μμ absorbiert, müssen besondere Glasarten verwandt werden, die auch den Spektralbezirk von 300 μμ bis 400 μμ unschädlich machen. Das von den Autoren angegebene Euphosglas besitzt diese Eigenschaften. Die meisten übrigen Ophthalmologen haben sich aber diesen Anschauungen gegenüber ablehnend verhalten. Es wird von allen Seiten zugegeben und geht auch aus zahlreichen Tierversuchen hervor, daß das Ultraviolett auch im inneren Auge, besonders an der Linsenkapsel, schwere Schädigungen verursachen kann. Über die Art der Schädigung aber, über die wirksamste Wellenlänge gehen die Ansichten sehr auseinander; es steht noch nicht einmal fest, darauf hat Birch-Hirschfeld mit Recht hingewiesen, wieweit die sichtbaren Strahlen an der Wirksamkeit beteiligt sind. Auch die Entstehung des Altersstares durch Ultraviolett wird meistens abgelehnt; nicht einmal für den Glasmacherstar wird die ursächliche Bedeutung allgemein anerkannt. Besonders aber sagen uns die bisherigen Versuche so gut wie gar nichts über die Wirkung unserer Lichtquellen. Die Versuche sind unter ganz anderen Gesichtspunkten angestellt; an Tieren mit der ausgesprochenen Absicht deutlich nachweisbare anatomische Veränderungen zu erzeugen. Man hat deshalb mit Recht die Einwirkung möglichst intensiv genommen, absichtlich viel intensiver als es in der Praxis auch unter extremsten Verhältnissen jemals vorkommen kann. Meines Erachtens sind Schanz und Stockhausen insofern einem Trugschluß zum Opfer gefallen, als sie aus der Tatsache, daß diese großen Mengen von Ultraviolett schwere Schädigungen verursachen, nun den Schluß ziehen, daß kleine Mengen nicht gleichgültig sein können. Es gibt aber für die Intensität jeder Einwirkung, mag sie chemischer oder physikalischer Natur sein, eine Grenze, unterhalb deren die Schädigungen aufhören, und es muß in jedem einzelnen Falle nachgewiesen werden, ob dieser Grenzwert überschritten wird oder nicht.

Will man die Frage wirklich experimentell lösen, dann muß zunächst einmal geprüft werden, und zwar getrennt in einzelnen Spektralbezirken, welche Energiemenge erforderlich ist, um Schädigungen des Auges zu bewirken, und es werden dann zweitens die einzelnen Lichtquellen daraufhin zu untersuchen sein, ob ihre Strahlung in dem betreffenden Spektralbezirk diesen Schwellenwert erreicht.

Ganz ähnlich liegt die Sache mit den Strahlen unter 320 μμ, die nicht ins Auge eindringen können. Hier herrscht zwar allgemeine Übereinstimmung dahin, daß diese Strahlen, wenn sie in der nötigen Intensität einwirken, schwere Entzündungen des äußeren Auges verursachen können, aber auch hier ist eine Schädigung durch den Gehalt unserer Lichtquellen an diesen Strahlen durch nichts bewiesen. Da wir Lichtquellen ohne Glashülle kaum verwenden und da das Glas die Strahlung bis 300 μμ absorbiert, bleibe ja eigentlich auch nur noch der schmale Spektralbezirk zwischen 300 μμ und 320 μμ für diese Wirkung übrig. Die Untersuchungen über den Schwellenwert der Schädigungen im Vergleich mit dem wirklichen Gehalt der Lichtquellen an diesen Strahlen liegen aber auch hier nicht vor. Es steht leider heute noch so, wie vor sieben Jahren, wo Hertel und Henker mit Recht sagen konnten, daß noch keine unserer modernen Lichtquellen in ihrer Wirkung auf das Auge untersucht sei. Das ist bedauerlich, aber diese Untersuchungen sind außerordentlich schwierig und es wird schon eines sehr günstigen Zusammentreffens von glücklichen Umständen in sachlicher und persönlicher Hinsicht bedürfen, wenn sie mit Erfolg unternommen werden sollen.

Bei dieser Sachlage ist es deshalb ein durchaus rationelles Vorgehen, wenn man zunächst einmal versucht hat, die Frage auf indirektem Wege zu lösen. Als ideale Beleuchtung gilt das Tageslicht. Es lag also nahe, den Ultralichtgehalt unserer künstlichen Lichtquellen mit dem des Tageslichtes zu vergleichen. Wenn sich dann herausstellte, daß das Tageslicht ebenso viel oder mehr an Ultravioletttstrahlung enthält, dann kann bei den künstlichen Lichtquellen eine Schädigung durch Ultraviolett für ausgeschlossen gelten, da sie ja sonst auch bei Tageslicht hätte hervortreten müssen. Auf diesem Gedankengange beruhen die Untersuchungen von Voege. Voege hat auf photographischem Wege die Ultravioletttstrahlung von zwei Flächen verglichen, von der die eine mit Tageslicht, die andere gleich hell von der zu prüfenden Lichtquelle beleuchtet wurde. Das Ergebnis war, daß von den sämtlichen untersuchten Lichtquellen nur zwei, und zwar eine Bogenlampe mit eingeschlossenem Lichtbogen und eine Quarzquecksilberlampe mehr Ultraviolett lieferte als das Tageslicht. Dies sind aber zwei besondere ultravioletttreiche Lichtquellen, die für die Naharbeit kaum in Betracht kommen und jedenfalls nicht so verwandt werden, wie sie Voege untersucht hat: die Bogenlampe ohne äußere, die Quecksilberlampe ohne jede Glasumhüllung. Bei sämtlichen anderen Lichtquellen war die Ultravioletttstrahlung verschwindend klein gegenüber der des Tageslichtes.

Gegen die Voegeschen Untersuchungen sind nun eine Reihe von Einwänden erhoben, die zum Teil unbegründet sind, zum Teil aber auch der Berechtigung nicht entbehren. Man hat zunächst gesagt, daß es Sache des Ophthalmologen und nicht des Physikers sei, über die Schädlichkeiten einer Strahlung für das Auge zu entscheiden. Diesen Einwand kann ich nicht gelten lassen. Man sollte solche allgemeine Kompetenzfragen überhaupt nicht erheben. Es kommt doch nur darauf an, ob im einzelnen Falle der betreffende Untersucher diejenige Vorbildung besitzt, die zur Entscheidung der gerade vorliegenden Frage nötig ist. In unserem speziellen Falle handelt es sich außerdem gar nicht um eine Frage, die besondere medizinische Kenntnisse voraussetzt; es kommt hier nur darauf an, festzustellen, und zwar auf rein physikalischem Wege, welche von zwei Lichtquellen das meiste Ultraviolett enthält und aus dem Ergebnis dieser Untersuchung Schlüsse zu ziehen. Der zweite Einwand geht dahin, daß auch das Ultraviolett des Tageslichtes keineswegs unschädlich sei und daß deshalb das Tageslicht nicht als ideale Vergleichsbeleuchtung dienen könne. Auch dieser Einwand ist sicher unberechtigt. Es ist ohne weiteres zuzugeben, daß auch durch Tageslicht, besonders Sonnenlicht, schwere Schädigungen entstehen können, aber das kommt doch nur unter ganz besonderen Verhältnissen vor: im Hochgebirge, besonders auf Schneefeldern und bei Ballonfahrten, also da, wo eine an Ultraviolett besonders reiche Strahlung vorhanden ist. Bei der Naharbeit, und auf sie kommt es hier doch nur an, ist noch nie eine Schädigung durch Ultraviolett beobachtet, im Gegenteil, gerade die Ophthalmologen haben immer wieder betont, daß das Tageslicht die beste Beleuchtung sei. Ist doch Schanz selbst bei seinen Untersuchungen von der Tatsache ausgegangen, daß die Arbeit bei künstlichem Lichte dem Auge weniger zuträglich sei als bei Tage.

Hertel und Henker haben dann gegen die Voegeschen Untersuchungen geltend gemacht, daß sie nicht über den Wert oder Unwert einer Lichtquelle entscheiden können, weil dazu die gesamte spektrale Zusammensetzung und nicht nur das Ultraviolett hätte berücksichtigt werden müssen. Dieser Vorwurf wäre berechtigt, wenn Voege die Absicht gehabt hätte, ein solches Urteil abzugeben. Er hat das aber weder beabsichtigt noch getan; für ihn stand nur der Einfluß des Ultravioletts zur Diskussion und für diese Frage müssen wir die Berechtigung seiner Überlegungen anerkennen.

Digitized by Google

Eher schon könnte man es bemängeln, daß sich die Voegeschen Untersuchungen nur auf das von einer Papierfläche reflektierte Licht erstrecken, während in Wirklichkeit doch auch direkte Strahlen von der Lichtquelle ins Auge gelangen. Hier können die Untersuchungen von Hertel und Henker, die, wie ich vorhin schon ausgeführt habe, das Himmelslicht mit der leuchtenden Fläche der künstlichen Lichtquellen verglichen haben, ergänzend eintreten. Wenn man aber bedenkt, daß das reflektierte Licht bei der Nahrarbeit stundenlang, das direkte dagegen nur ganz vorübergehend ins Auge gelangt, daß wir außerdem in der richtigen Anordnung der Lichtquellen ein Mittel haben, um uns gegen das direkte Licht zu schützen, so leuchtet ohne weiteres ein, daß dem reflektierten Licht für die Praxis ein ungleich höherer Wert zukommt.

Ein berechtigter Einwand läßt sich nun aber wirklich erheben, und der ist schwerwiegend genug, um eine Wiederholung der Untersuchungen wünschenswert erscheinen zu lassen. Voege hat als Maß für die Intensität des Ultravioletts die Schwärzung der photographischen Platte benutzt. Er hat also das gesamte Ultraviolett gemessen, ohne einen Vergleich in den einzelnen Spektralbezirken zu ermöglichen. Wenn wir uns aber auf den Standpunkt stellen, daß den verschiedenen Wellenlängen verschiedene physiologische Wirkung zukomme und daß auch ihre schädigende Kraft sehr verschieden sei, dann kann ein Vergleich, der nur die chemische Wirkung berücksichtigt, zu keinem eindeutigen Ergebnis führen. Die Maxima der physiologischen und der chemischen Wirkung können ja an ganz verschiedenen Stellen liegen; es wäre durchaus möglich, daß eine künstliche Lichtquelle trotz schwächerer chemischer Wirksamkeit mehr schädigende Strahlen enthielte als das Tageslicht. Außerdem hat Voege, was ihm Schanz mit Recht vorwirft, die nach Schanz besonders wirksamen Strahlen von 400 bis 375 μμ durch die Anwendung des Woodschen Filters beseitigt. Auch scheint es mir nicht richtig, die Versuche im Freien anzustellen. Wenn man wirklich die praktischen Verhältnisse nachprüfen will, muß das Tageslicht hinter Glasfenstern gemessen werden, da nie Schreibtischarbeit am offenen Fenster doch zu den Ausnahmen gehört.

Eine ganz volle Beweiskraft haben also meines Erachtens die Vorgeschen Versuche noch nicht. Es wäre wünschenswert, sie unter den eben erläuterten Gesichtspunkten zu wiederholen. Persönlich bin ich allerdings der Meinung, daß ein wesentlich anderes Resultat nicht zu erwarten ist, dazu sind die Unterschiede im Ultravioletgehalt zwischen Tageslicht und künstlichem Licht zu groß. Man muß auch bedenken, daß Voege insofern mit einem sehr großen Sicherheitsfaktor gearbeitet hat, als die Tageslichtbeleuchtung meistens sehr viel heller ist als die künstliche und daß sie deshalb auch absolut mehr Ultraviolett enthält. Jedenfalls wird sich die Zulässigkeit des Gedankenganges, der den Versuchen von Voege zugrunde liegt, nicht bestreiten lassen. Nach alledem sehen wir, daß sich die Beleuchtungsindustrie um das Ultraviolett vorläufig keine Sorgen zu machen braucht. Ein Beweis für die Schädlichkeit des Ultravioletts, wie es von unseren zur Nahrarbeit benutzten Lichtquellen geliefert wird, ist bisher nicht erbracht und es ist auch sehr unwahrscheinlich, daß ein solcher Einfluß überhaupt vorhanden ist. Ich möchte aber noch einmal das betonen, was ich zu Anfang dieser Ausführungen hervorhob, daß sich durch zweckmäßige Anordnung der Lichtquellen auch das Ultraviolett zum allergrößten Teile auch dann unschädlich machen läßt, wenn es in größeren Mengen überhaupt vorhanden sein sollte.

Wir haben nun schließlich noch die Bedeutung der Veränderungen zu betrachten, die unsere modernen Lichtquellen im sichtbaren Teile des Spektrums erfahren haben. Es wird gewöhnlich mit einer gewissen Selbstverständlichkeit die Forderung aufgestellt, daß die Farbe künstlicher Lichtquellen der des Tageslichtes möglichst gleichkommen solle. Und zur Begründung dieser Forderung wird mit Recht die Überlegung ins Feld geführt, daß eine Anpassung des Auges an das Tageslicht durch die lange Gewöhnung angenommen werden müsse. Wir dürfen uns aber nicht verhehlen, daß dadurch ein absolut zwingender Beweis für die optimale Beschaffenheit des Tageslichtes nicht geliefert ist; theoretisch denkbar, wenn auch nicht gerade wahrscheinlich, wäre es, daß irgend eine andere künstlich herstellbare spektrale Zusammensetzung sich noch günstiger verhielte. Wir sind also der Verpflichtung, die Berechtigung dieser Forderung durch Experiment und Beobachtung zu prüfen, nicht enthoben und wir haben diese Verpflichtung um so mehr, als in Wirklichkeit die spektrale Zusammensetzung unserer Lichtquellen stark von der des Tageslichtes abweicht und deshalb mit der Möglichkeit eines schädlichen Einflusses gerechnet werden muß.

Die bisherigen Arbeiten haben sich hauptsächlich mit der Abhängigkeit der Sehschärfe von der Farbe des Lichtes beschäftigt. Es liegen darüber eine ganze Reihe von Untersuchungen vor und jede ist eigentlich zu einem anderen Resultat gekommen. Ich will nur einige davon aufzählen, die eine Probe von den bestehenden Schwierigkeiten und Unklarheiten geben können. Die zuerst von Helmholtz ausgesprochene und von König experimentell begründete Ansicht, daß überhaupt kein Unterschied zwischen den einzelnen Farben bestände, daß zwei von verschiedenfarbigem Lichte beleuchtete, mit Sehproben versehene Flächen, wenn sie dem Auge gleich hell erscheinen, auch gleiche Sehschärfe gewähren, kann heute wohl allgemein als aufgegeben angesehen werden. Macé de Lépinay und Nicati finden, daß im kurzwelligen Teil des Spektrums die Sehschärfe geringer ist. Sie haben, was ganz interessant ist, bereits die Vermutung ausgesprochen, daß die Bogenlampen mit ihrem bläulichen Licht geringere Sehschärfe geben würden als die gelblichen älteren Lichtquellen. Von besonderem Interesse sind die Untersuchungen von Oerum, Löser und Boltunoff. Alle drei Autoren haben sorgfältig gearbeitet und alle drei kommen zu verschiedenen Resultaten. Oerum findet die Sehschärfe am größten im weißen Licht, dann folgen rot, grün und zuletzt blau. Fast gerade umgekehrt ergab sich bei Löser die Reihenfolge grün, weiß, rot. Der Unterschied zwischen grün und weiß war aber nur sehr geringfügig und trat um so mehr zurück, je geringer die Lichtstärke war, bei der gearbeitet wurde. Boltunoff endlich hat je nach der angewandten Versuchsordnung teils die Lichtstärke in grün oder in rot größer gefunden. Wieder andere Resultate haben die Versuche von Luckiesh ergeben. Er hat das ganze Spektrum untersucht und nach ihm liegt das Maximum der Sehschärfe etwa bei der Wellenlänge 580 μμ, also in gelb; von da an nimmt sie nach beiden Seiten ziemlich gleichmäßig ab. Es ist also ein recht buntes Bild, das wir erhalten, und es ist nicht möglich, die zahlreichen Widersprüche vollständig aufzuklären. Ich möchte nur auf einige Punkte hinweisen. Es könnte scheinen, als ob die größte Schwierigkeit der Untersuchungen in der Herstellung der richtigen Helligkeitsgleichung zwischen den beiden verschiedenfarbigen Flächen läge. Einzelne Untersucher haben sich damit begnügt, durch direkte Beobachtung mit bloßem Auge auf gleiche Beleuchtung einzustellen. Das ist natürlich ein unsicheres Verfahren, das besonders deshalb zu ungleichen Ergebnissen führen muß, weil die Einschätzung der Helligkeit verschiedener Farben sehr großen individuellen Schwankungen unterliegt. Andere haben sich des Flimmerphotometers bedient und das muß trotz mancher Bedenken wohl als die beste Methode angesehen werden. Der Einfluß der Helligkeitseinstellung auf das Endresultat scheint aber nicht so groß zu sein, daß dadurch erhebliche Fehler bedingt werden können. Besonders wenn sich die Beleuchtung an der Grenze des Optimums bewegt, wird ja die Sehschärfe durch Änderung der Beleuchtung wenig beeinflußt, so daß schon sehr große Fehler in der Einstellung vorliegen müssen, um das Resultat merklich zu verändern. Boltunoff hat das auch experimentell bestätigt. Er hat bei sonst gleicher Versuchsanordnung, einmal mit dem Flimmerphotometer, das andere Mal mit bloßem Auge auf gleiche Helligkeit eingestellt und, obwohl erhebliche Abweichungen zwischen beiden Einstellungen vorhanden waren, trotzdem beide Male für grün eine größere Sehschärfe als für rot gefunden. Der Einfluß der Farbe ist also stärker als die durch die Änderung der Beleuchtung hervorgerufenen Unterschiede.

Von entscheidender Bedeutung für den Ausfall der Untersuchungen kann aber die Stärke der Beleuchtung sein, bei der sie angestellt ist. Boltunoff erhielt genau das entgegengesetzte Resultat, wenn er die Helligkeit stark änderte. Waren die Sehzeichen sehr hell beleuchtet, ergab das Grün, bei schwacher Beleuchtung das Rot die größere Sehschärfe. Dabei war die Versuchsanordnung so getroffen, daß das Bild der gesamten leuchtenden Fläche die foveale Größe nie überschritt, daß also die Stäbchen am Sehakt überhaupt nicht beteiligt waren. Wird mit größerem Sehwinkel gearbeitet und damit auch die stäbchenreicheren peripherischen Netzhautpartien benutzt, so muß sich der Einfluß der Helligkeit in noch stärkerem Maße geltend machen. Auch dadurch können Fehler entstehen, daß im selben Versuch die Größe des Netzhautbildes zwischen fovealer und überfovealer Größe wechselt, wie es bei der gewöhnlichen Art der Sehschärfenprüfung durch Betrachten aus verschiedener Entfernung der Fall sein kann. Auch der Refraktionszustand des Beobachters kann eine Rolle spielen: es ist denkbar, daß ein kurzsichtiges, nicht voll korrigiertes Auge von den langwelligen, ein hyperopisches dagegen von den kurzwelligeren Strahlen ein schärferes Bild liefert und daß damit ein Einfluß der Farbe vorgetäuscht wird. König hat übrigens auch bei vollkommen korrigierter Kurzsichtigkeit in blauem Licht eine Zunahme der Sehschärfe bei Annäherung an die Sehproben gefunden und führt das auf besonders starke sphärische Abberation in blauem Lichte zurück.

Wir sehen also, daß wir von einer Klarheit über diese Fragen noch weit entfernt sind und besonders, daß diese in eng begrenzten Spektralbezirken gewonnenen Resultate nur sehr unsichere Schlüsse auf das Verhalten der praktisch verwendeten Lichtquellen zulassen. Hier kann nur das direkte Experiment, die unmittelbare Vergleichung der Lichtquellen untereinander helfen. Es geht hier aber ähnlich wie bei der Frage des Ultravioletts; gerade diese Aufgabe ist bislang sehr wenig bearbeitet worden. Außer einer älteren Arbeit

Digitized by Google

von Hermann Cohn, die aber bei ganz verschiedenen Beleuchtungsstärken angestellt ist, ist mir nur eine Untersuchung bekannt, die ich selber, und zwar mit Professor Descoudres angestellt habe. Wir haben die Kohlenfadenglühlampe mit dem Auerbrenner und der Nernstlampe verglichen und sind zu dem Resultat gekommen, daß zwischen den beiden letzteren kein wesentlicher Unterschied besteht, daß sie beide aber der Kohlenfadenglühlampe an Sehschärfenhelligkeit so weit nachstehen, wie einer Verminderung der sichtbaren Lichtstärke um 14% entspricht. Auerbrenner und Nernstlampe müssen also 14% heller brennen, wenn sie dieselbe Sehschärfe geben sollen, wie die Kohlenfadenglühlampe. Das wäre also ein Resultat, das mit der von Macé de Lépinay und Nicati ausgesprochenen Vermutung übereinstimmt und das sich auch mit den Ergebnissen von Luckiesh in Einklang bringen läßt.

Unsere Untersuchungen sind aber keineswegs abschließend. Sie sind mit sehr geringer Beleuchtungsstärke angestellt, die längst nicht volle Sehschärfe erreichen ließ. Es wäre noch zu prüfen, ob die Resultate auch dann gelten, wenn sich die Helligkeit in der Gegend des Optimums bewegt. Natürlich müßten die Untersuchungen auch auf andere Lichtquellen ausgedehnt werden und es müßten die Farbendifferenzen zwischen den verglichenen Lichtquellen zahlenmäßig festgestellt werden. Daß bei solchen genaueren Untersuchungen ein wesentlich anderes Resultat sich ergeben würde, ist mir allerdings nicht wahrscheinlich. Für diese Vermutung spricht auch eine Beobachtung von Brudzewski, der bei Beleuchtungsstärken, die wahrscheinlich, sogar erheblich, über dem Optimum lagen, in blauem Licht deutlich geringere Sehschärfe fand als in gelbem. Ein praktischer Nachteil ist natürlich bei der sehr viel größeren Wirtschaftlichkeit dieser Lampen mit ihrer etwas geringeren Sehschärfenhelligkeit nicht verbunden. Auch ist es vielleicht nicht überflüssig zu bemerken, daß, wenn die Beobachtungen richtig sind, sich höchstwahrscheinlich das Tageslicht in bezug auf Sehschärfe noch viel ungünstiger verhalten wird.

Es ist nun keineswegs selbstverständlich, daß diejenigen Lichtquellen, die durch ihre Farbe die größte Sehschärfe gewähren, auch sonst für das Auge die zuträglichsten und angenehmsten sein. Im Gegenteil; es wäre durchaus denkbar, daß die Farbe auch insofern von Bedeutung wäre, als durch sie das, wenn ich mich so ausdrücken darf, gesamte Wohlbefinden des Auges und insbesondere die Ermüdung beeinflußt würde. Exakte Beobachtungen liegen aber bislang noch sehr wenig vor. Es fehlt auch hier an dem geeigneten Maßstab. Das, was wir als Ermüdung des Auges bei der Naharbeit empfinden, ist ein sehr komplizierter Vorgang, der sich aus verschiedenen Einzelkomponenten zusammensetzt. Neben der eigentlichen Ermüdung der Netzhaut kommen die Ermüdung des Akkomodationsmuskels, der Konvergenzmuskeln und ferner auch Reizerscheinungen an der Bindehaut in Betracht. Es ist aber unwahrscheinlich, daß es gelingen sollte, alle diese verschiedenen Momente in einem zahlenmäßigen Ausdruck zusammenzufassen. Ein solcher Versuch ist gemacht worden. Fick hat darauf hingewiesen, daß der unwillkürliche Lidschlag, das Blinzeln, durch die Ermüdung des Auges hervorgerufen werde und daß er als eine Maßregel zur Erholung aufzufassen sei. Die Häufigkeit des Lidschlages wäre danach ein Maß für die Ermüdung. Theoretisch ist die Sache noch nicht ganz klar, aber praktisch scheint, nach einer kurzen Mitteilung von Katz, doch eine Möglichkeit vorhanden zu sein, auf diese Weise die Ermüdung zu messen. Systematische Untersuchungen sind aber mit dieser Methode, soweit mir bekannt, noch nicht angestellt worden, es würde sich aber sicher lohnen, das einmal zu versuchen. Die vorhin erwähnte Methode von Ferree zur Messung der Ermüdung besteht darin, daß die Versuchspersonen 3 min lang eine Sehprobe fixieren mußten, und daß die Zeit registriert wurde, während der die Proben scharf und während der sie verschwommen gesehen werden. Die Zeit des Verschwommensehens nahm bei der Ermüdung erheblich zu — es handelt sich hier wohl im wesentlichen um eine Ermüdung des Akkomodationsmuskels. Untersuchungen an verschieden gefärbten Lichtquellen sind aber mit dieser Methode noch nicht gemacht.

Vorläufig sind wir also zur Beurteilung dieses Einflusses der Farbe auf subjektive Beobachtungen angewiesen. Für die meisten Menschen scheinen, wenigstens bei der Naharbeit, grünliche oder bläuliche Farbentöne angenehmer zu sein als gelbliche oder rötliche und das würde ja auch mit der häufigen Verwendung von grünen und blauen Gläsern und Lampenglocken übereinstimmen. Auch die Annehmlichkeit des Tageslichtes mag mit auf seiner Farbe beruhen, die größte Rolle spielt hier aber sicher die gleichmäßige kontrastarme Beleuchtung, die den Gegensatz zwischen Arbeitsfeld und Umgebung mildert und es dem Auge ermöglicht, eine gleichmäßige Adaption einzuhalten.

Damit bin ich am Schlusse meiner Ausführungen. Ich habe Ihre Zeit etwas länger in Anspruch nehmen müssen, als ich ursprünglich beabsichtigte und habe trotzdem nicht alle Fragen so ausführlich beantworten können, wie ich es gern getan hätte. Die Überzeugung aber glaube ich Ihnen vermittelt zu haben, daß die Hygiene der Beleuchtungstechnik durchaus verständnisvoll gegenübersteht und daß es ihr nicht in den Sinn kommt, ihr durch übertriebene Forderungen die Arbeit zu erschweren. Ich möchte noch einmal meiner Freude Ausdruck geben über die Anbahnung der Beziehungen zwischen beiden Gebieten und kann die Versicherung hinzufügen, daß ich für meine Person gern bereit bin, wenn es gewünscht wird, soweit es in meinen Kräften steht, gemeinsam mit Ihnen an der hygienischen Ausgestaltung der Beleuchtung zu arbeiten.

Diskussion: Herr Norden bittet um Auskunft, welche Methode zur Bestimmung der Sehschärfe gegenwärtig für die Praxis am zweckmäßigsten sei und ob die Sehschärfe ein geeignetes Kriterium für die Qualität der erzielten Beleuchtung sei. Unter der Bezeichnung „Luminometer" sei von Amerika vor Jahren ein Karton mit verschieden großen Druckschriften herübergekommen, deren relative Lesbarkeit ein Urteil über die erzielte Beleuchtung gestattet. Es sei ihm von Interesse, zu erfahren, ob diese Vorrichtung brauchbar sei.

Herr Streeker: Wenn die Lesbarkeit einer Druckschrift als Maß der Beleuchtung genommen werden soll, dürfte es nötig sein, die Druckschrift nach Art und Größe genauer zu bezeichnen. Als sich vor kurzem die Anhänger der Fraktur- und Antiquaschrift um die Vorzüge dieser Schriftarten stritten, hat sich ergeben, daß die Fraktur rascher gelesen wurde als die Antiqua.

Herr Reichenbach: Auf die Anfrage von Herrn Norden möchte ich erwidern, daß für die Bestimmung der Sehschärfe, soweit sie zur Beurteilung der Beleuchtung zu verwenden ist, wohl nur Leseproben in Betracht kommen können. Solche Proben können bei Beleuchtungen, die an der Grenze des Ausreichenden liegen, ganz gute Dienste leisten — mehr als eine oberflächliche Orientierung geben sie aber nicht. Insbesondere sind sie nicht fein genug, um über die Qualität der Beleuchtung ein Urteil zu gestatten. Bei ihrer Anwendung ist auch zu berücksichtigen, daß sehr große Unterschiede zwischen der Sehschärfe der einzelnen Beobachter bestehen und diese subjektiven Unterschiede können so groß sein, daß sie die objektiven Unterschiede der Beleuchtung vollständig verdecken. Zwei verschiedene Beobachter können deshalb zu ganz verschiedenen Resultaten kommen. Damit beantwortet sich auch die zweite Frage nach dem Einfluß der Art der Druckschrift. Die Unterschiede in der Lesbarkeit der Fraktur und Antiqua, die zweifellos existieren, sind doch so gering, daß sie bei den sonstigen Fehlerquellen der Methode nicht ins Gewicht fallen. Es kommt nur darauf an, daß ein und derselbe Beobachter immer mit denselben Leseproben arbeitet. Im weiteren Verlaufe der Aussprache handelt es sich um die von Herrn Warburg aufgeworfene Frage der Ermüdung und Schädigung des Auges durch Licht bestimmter Wellenlängen sowie um die Frage der Pupillenkontraktion."

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Entwicklung der Turbogeneratoren. R. H. Rice schildert den Entwicklungsgang des Turbogenerators, von der 1903 in der Zentrale in Chicago aufgestellten 5000 kW vertikalen Curtis-Turbine ausgehend. Die zehn Jahre später an Stelle der letzteren aufgestellten 12 000 kW-Dampfturbinen haben einen um 40% höheren Wirkungsgrad, die Verbesserung im Material ließ auch höhere Tourenzahlen zu, so daß auch im elektrischen Generator eine günstigere Ausnutzung möglich war; der Turbogenerator von 1913 hat somit einen um 65% höheren Wirkungsgrad als der von 1903. Man ging dann zur horizontalen Type über und fand Mittel, durch Herabsetzung der Verluste den Wirkungsgrad noch weiter zu heben. Der Fortschritt ist leicht an Hand der folgenden Tabelle zu erkennen, in der die erzielten Resultate teilweise im Verhältnis zu denen des ursprünglichen Turbogenerators als Einheit gesetzt sind.

	1903	1905	1907	1909	1911	1913	1915	1917
Dampfverbrauch	1	0·95	0·74	0·69	0·65	0·6	0·54	—
Preis pro kW	1	1·12	1·02	0·8	0·68	0·56	0·48	0·42
Gewicht pro kW	1	1·28	1·0	0·7	0·59	0·48	0·4	0·28
kW-Leistung der größten Turbinen	5000		8000	14 000		20 000		35 000 bis 45 000
Anfangsdampfdruck in at	12·7			14·5			17·0	
Anfangstemp. des Dampfes in °C	193			277			305	320
kWh pro 1 kg Kohle (5400 WE)	0·9	1·0	1·17	1·25	1·34	1·54	1·76	1·83
WE pro kWh	13 400	12 800	10 200	9500	8800	7600	7000	6600

Digitized by Google

Hand in Hand mit diesen Fortschritten gingen die in der Verbesserung des Wirkungsgrades der Kesselanlage. Durch Verbesserung der Feuerung, der Rauchgasführung, den Bau sehr großer Kessel und Economiser gelang es, den Wirkungsgrad der Kesselanlagen in Zentralen von 65 bis 70% auf 82 bis 84·2% zu heben. Durch Einbau eines weiteren Vorwärmers in die Abgasführung hinter den Economiser war es möglich, die Abwärme noch weiter auszunutzen und die Temperatur der Kesselgase auf 125° herabzudrücken. Durch Verbesserung im Kesselhaus, an der Turbine und an der Kondensationsanlage war es möglich, aus 1 kg Kohle statt 0·9 kW, wie im Jahre 1903, nunmehr 1·83 kW, also das Doppelte, abnehmbar am Schaltbrett, zu gewinnen. (Gen. El. Rev., 20. Oktober 1917.)

Leitungen.

Untersuchung der Felder von Isolatoren. Dr. Ing. W. Estorff. Nach dem von C. Fortescue und Farnsworth angegebenen Elektrolytverfahren zur Untersuchung von Isolatoren bei Gleichstrom*), das vom Verfasser für die Untersuchung von Kugelfunkenstrecken weiter ausgebildet wurde**), sind Isolatoren verschiedener Art mit Wechselstrom, aus einem Induktorium, untersucht und die elektrostatischen Felder derselben verzeichnet worden. Die Aufzeichnung erfolgte mittels eines Pantographen mit dem Übersetzungsverhältnis 2:1. Derselbe trägt eine Stahlnadel als Kern eines Solenoides, das von außen jeweils bei Tonminimum im Telephon durch Schließen einer Taste erregt werden kann und dann einen Punkt auf dem Zeichenpapier aufträgt; so konnten die von einer Sonde im Elektrolyten abgegriffenen Aquipotentialflächen verzeichnet werden. Als Elektrolyt diente reines Leitungswasser von 1600 Ω pro cm³ in einer Steinzeugwanne von 130 × 90 cm bei 70 cm Höhe von 800 l Inhalt, als Sonde ein Platindraht von 1 mm Durchmesser und 1 mm Länge; die Sondenleitung und die die Zuleitung haltenden Stäbe waren durch Gummischläuche isoliert. Untersucht wurde eine idealisierte Kette aus vier Gliedern mit scheibenförmigen Armaturen, ferner eine am Mast hängende Kette, deren Feldbild von der Gestalt der Endgliederarmaturen abhängt, dann Hängeisolatoren bis zu sieben Gliedern unter Berücksichtigung der verschiedenen Dielektrizitätskonstanten der Isoliermittel. Aus den erhaltenen Bildern konnte auf die an den einzelnen Gliedern herrschenden Teilspannungen, Beanspruchungen an den Endgliedern der Kette und deren Kapazität geschlossen werden. Letztere ist von der Zahl der Kettenglieder unabhängig und richtet sich nach der Form der Endarmaturen. Weitere Untersuchungen an einem Deltastützisolator zeigten außerordentliche Felddichten an der Bundrille und eigenartige Potentialverteilungen auf der Oberfläche.

(E. T. Z. 39, Hefte 6 bis 8, 1917.)

Stoffe für die Elektrotechnik.

Der elektrische Leitungswiderstand einiger Eisenlegierungen wurde von T. S. Fuller bestimmt. Die reinen Ausgangsmetalle wurden in Tonerdetiegeln zusammengeschmolzen und die erhaltenen 100 g-Blöckchen zu 0·25 mm-Draht ausgezogen, der sodann ausgeglüht wurde. Der Widerstand wurde bei Zimmertemperatur unter Benutzung der Nullmethode gemessen. Der spezifische Widerstand der Komponenten betrug in Mikrohm: schwedisches Eisen 12·0, Nickel 11·8, Kobalt 9·7. Für reines Chrom und Mangan werden keine Zahlen angegeben. Bei Eisennickellegierungen wird das Maximum des spezifischen Widerstandes 86·3 Mikrohm bei 34% Ni erreicht; der Widerstand ist hier 50 mal so hoch wie der des Kupfers (Burgeß und Aston fanden 1910 für 35% Ni 81·1 Mikrohm und vermuteten das Maximum bei 34% Ni entsprechend der Verbindung Fe_2Ni. Daß hier eine solche Verbindung möglicherweise vorliegt, geht aus dem Vergleich mit den viel niedrigeren Zahlen bei Fe-Co-Legierungen hervor. D. Ref.). Eisenreiche Legierungen werden leicht oxydiert und sollten bei Temperaturen über 400 bis 500° C ohne Schutz nicht zur Anwendung kommen. Bei Eisenchromlegierungen erreicht der Widerstand mit 10% Cr 54·0 Mikrohm, um sich bei höherem Chromgehalt nur wenig zu ändern: bei 20% Cr wurden 60·0, bei 30% Cr 55·9 Mikrohm gemessen. Je mehr Chrom anwesend ist, um so größer ist der Widerstand der Legierung gegenüber Oxydation. Legierungen mit 20% oder mehr Chrom können bis zu 800° C benutzt werden. Bei Eisenkobaltlegierungen erhöhen 30% Co den spezifischen Widerstand des Eisens auf etwa das Doppelte: 20·0 Mikrohm. Hinsichtlich der Oxydierbarkeit verhalten sich diese Legierungen ähnlich wie die Eisennickellegierungen. Sehr hohe Widerstände wurden in der Gruppe der Eisennickelchromlegierungen gemessen; es handelt sich insbesondere um folgende Zusammensetzungen:

35% Fe	55% Ni	10% Cr	107·0	Mikrohm
25% „	60% „	15% „	110·0	„
6% „	77% „	17% „	105·0	„
7% „	70% „	23% „	111·0	„
20% „	55% „	25% „	113·0	„
23% „	44% „	33% „	109·0	„
10% „	53% „	37% „	113·0	„

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 572.
**) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 241.

Legierungen mit einem hohen Nickelgehalt und 20% oder mehr Chrom sind äußerst widerstandsfähig gegen Oxydation und können bis 1000° C benutzt werden. (In diese Legierungsgruppe gehört auch das bekannte Widerstandsmetall Nichrom. D. Ref.) Legierungen mit mehr als 37% Cr sind nicht mehr schmiedbar. Von den Eisennickelmanganlegierungen zeichnen sich mit einem hohen Widerstand besonders folgende Zusammensetzungen aus: 55% Fe, 36% Ni und 9% Mn bezw. 53% Fe, 36% Ni und 11% Mn, beide mit 103·0 Mikrohm. Diese Legierungen sind jedoch leicht oxydierbar. Schließlich wurden auch quaternäre Legierungen aus Eisen, Nickel, Chrom und Mangan (1 bis 6%) der Untersuchung unterzogen, und zwar mit im Wesen denselben Ergebnissen, wie die ternären Fe-Ni-Cr-Legierungen. Den höchsten Widerstand 111·0 Mikrohm fand man zum Beispiel bei 42% Fe, 39% Ni, 16% Cr und 3% Mn. Legierungen mit einem hohen Nickel- und Chromgehalt können bis zu 1000° benutzt werden. (Gen. El. Rev. 20, Heft 7, 1917.)

Wirtschaftliches.

Bewertung der Wasserkräfte. Ing. Andersen. (Nach einem Vortrage in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Holzstoff-Fabrikanten in Dresden.) Sichert man bei allen Arten von Kraftquellen die Betriebsleistung in gleicher Weise gegen Störungen, so werden die Anlagekosten überall die gleichen sein. Man kann also die jährliche Tilgung ausschalten und sich auf Ermittlung der übrigen Betriebskosten, Brennstoff, Wartung, Instandhaltung und Schmiermittel beschränken. Diese berechnen sich für die 100 PS-Dampfkraftanlage an Kohlen bei 1000 kg stündlichem Dampfverbrauch und Kohle von fünffacher Verdampfungsfähigkeit mit einem Mittelpreise von Mk. 15 die Tonne, also Mk. 3 für 1000 kg Dampf, bei 300 tägigem 24 h-Betrieb zu 3 × 7200 = Mk. 21 600 jährlich. Schmiermittel können, als für beide Fälle ziemlich gleich, außer Betracht bleiben, wobei unter einer ausgebauten Wasserkraft die gesamte Einrichtung bis an die Kraftabgabe von der Hauptgetriebswelle aus verstanden sein soll. Dagegen müssen die Kosten für zwei Maschinenwärter und zwei Heizer, welche einander in Tag- und Nachtschicht ablösen, mit etwa Mk. 6000 jährlich eingesetzt werden, so daß an Betriebskosten Mk. 27 600 zu rechnen sind. Dies würde einer Ausgabe von kaum 4 Pfg. für 1 PS/h entsprechen. Stellt man dieser Ausgabe die Kosten der Beaufsichtigung und Wartung der Wasserkraft mit täglich etwa Mk. 2, also jährlich Mk. 600 gegenüber, so beträgt bei dieser die Betriebskostenersparnis jährlich rund Mk. 27 000. Wandelt man diesen Betrag zur Wertsumme mit 5% Zins, 3% Tilgung und 2% Rückstellung für etwaige Schäden durch Naturereignisse und Unglücksfälle, zusammen also 10%, so erhält man für die 100 PS betriebsfertige Wasserkraft einen Betriebswert von Mk. 270 000. Die Wasserkraft ist jedoch im Gegensatz zu anderen Kraftquellen an den Ort gebunden, an welchem sie benutzt wird, was ihre Verwendungsfähigkeit einschränkt und ihr einen Teil ihres Wertes nimmt. Die Höhe dieser Wertverminderung richtet sich nach der Ortslage, den Verkehrsverhältnissen und der Ständigkeit des Wasserzuflusses und kann von 0 bis zu 50% des Rechnungswertes betragen, also im Durchschnitt mit etwa 25% des letzteren angenommen werden. Wird dies eingesetzt, so erhält man als zutreffenden Betriebswert 270 000 × 0·75 = Mk. 202 500 oder für eine ausgebaute PS rund Mk. 2025. Bei einer Wasserkraftanlage, die infolge Zurückgehen des Wasserzuflusses einer Hilfsbetriebskraft bedarf, ermäßigt sich die vorgenannte Betriebskostenersparnis um die jährlichen Betriebskosten der Nebenanlage, wodurch der Betriebswert der Wasserkraft sinkt. Das gleiche ist der Fall, wenn der vorliegende Werkbetrieb anstatt der 24 stündigen Arbeitszeit nur eine solche von etwa 12 h zuläßt. Ist ferner eine Wasserkraft nicht betriebsfertig ausgebaut, sondern nur als rohe Naturkraft vorhanden, so ermäßigt sich der errechnete Betriebswert um die Kosten des Ausbaues. Dies wird an einigen Beispielen illustriert. In den „Betriebswert" nicht mit eingeschlossen sind besondere Wehr- und Wasserbauten, Brücken und Stauteiche, weil sie nicht zur eigentlichen Kraftanlage gehören und häufig mehrere Eigentümer haben, wie zum Beispiel Talsperren, und weil es Wasserkraftanlagen gibt, bei denen das natürliche Gefälle ein besonderes Stauwehr unnötig macht, und solche, welche ihren Zufluß von mehreren Wasserläufen über mehrere Wehre erhalten. Dies schließt die Annahme aus, daß ein Wehr unbedingt ein Teil der Wasserkraftanlage, also nicht von dieser getrennt zu bewerten sei. Die Baukosten eines Wehrs kann man für überschlägige Bewertung in ein Verhältnis zu der aus Breite und Höhe gebildeten Staufläche bringen und davon die jährlichen Unterhaltungskosten mit etwa 2% abschreiben. Ein Wehr von 40·3 m² Staufläche, welches im Jahre 1872 hergestellt wurde (Pappenfabrik Trachenau a. d. Pleiße), kostete beispielsweise Mk. 36 000. Bei einem anderen Wehr von 14 m² Staufläche betrugen die Herstellungskosten Mk. 16 000 und bei einem Wehr von 19·6 m² Staufläche Mk. 25 800. Hieraus berechnet sich ein Mittelwert für 1 m² Staufläche zu rund Mk. 1090. Bei Abschreibungen muß man hiebei den Grundsatz wahren, daß kein Gegenstand unter ein Achtel seines Anschaffungswertes sinken kann, solange er seinen Betriebszweck ganz oder teilweise erfüllt. (Z. f. d. ges. Wasserwirtschaft v. 20. 1. 1918.)

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

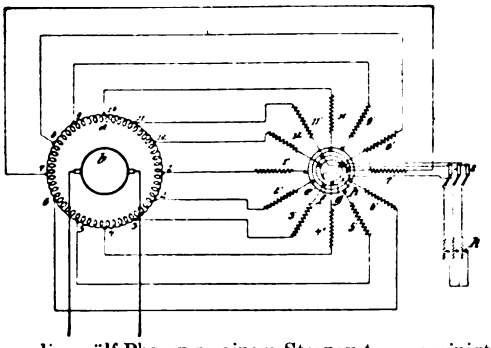
Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung von Heft 20, Seite 236.)

Rotierende Umformer.

Eine Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin bezweckt die Unterdrückung der schädlichen Oberströme dreifacher Frequenz bei Kaskadenumformern mit in Stern geschalteter und mehr als dreiphasiger Wicklung des Rotors der Asynchronmaschine. In Abb. 16 ist *a* der Anker der Gleichstromseite mit seinem Kollektor *b*. Die zwölf Phasen der Rotorwicklung 1′ bis 12′ der Asynchronmaschine sind an die zwölf Anzapfungen des Gleichstromankers angeschlossen. Durch die vier Kurzschlußringe

Abb. 16.



e, *f*, *g*, *h* können die zwölf Phasen zu einem Sternsystem vereinigt werden, jedoch so, daß immer je drei um 120° elektrisch gegeneinander versetzte Phasen, also 1′, 5′, 9′ und 2′ 6′ 10′ usw. zu je einem Sternsystem vereinigt werden, so daß man also bei diesem Beispiel vier Sternpunkte erhält. Beim Anlassen sind zunächst die vier Sternsysteme offen; die Anlaßeinrichtungen können an eines der Systeme angeschlossen werden, wie es beispielsweise für die Phasen 3, 7, 11 durch die Schleifringe *i* und den Anlaßwiderstand *k* veranschaulicht wird. Ist die Synchrongeschwindigkeit erreicht, so werden sämtliche Sternsysteme gleichzeitig, jedoch nicht untereinander, kurzgeschlossen. (D. R. P. Nr. 290 637.)

Den Gegenstand einer Erfindung von Dipl.-Ing. J. Herman in Budapest und Dipl.-Ing. A. Kiss in Pozsony (Ungarn) bildet ein Umformer zum Umformen von Einphasenwechselstrom in Gleichstrom. Gemäß Abb. 17 besteht die Maschine aus einem Feldmagnet *M*, der mit Wechselstrom gespeist wird und einem Anker *A*, der synchron gedreht wird. Dieser Anker wird mit Spulen v_1, v_2 . . . . v_7 versehen, deren Oberfläche sich nach dem Sinusgesetz ändert; zu diesem Zwecke sind die Spulen nach parallelen Sehnen gewickelt. Ist die Windungszahl der Spulen immer dieselbe, so folgt die Spannungsänderung an den Endpunkten der Spulen dem Sinusgesetz. Die Spulen sind hintereinander geschaltet. Die beiden Endpunkte sowie die Punkte zwischen den Spulen sind durch Leitungen mit den entsprechenden Segmenten des Kommutators *K* verbunden. Der induzierte Wechselstrom hat die doppelte Periodenzahl des Erregerwechselstroms. Deshalb muß auch die Zahl der Kommutatorsegmente doppelt so groß sein als die Zahl der Ankernuten. Die Bürsten B_1, B_2 sind nur um 90° gegeneinander versetzt. Der Wechselstrom doppelter Periodenzahl zwischen den Bürsten B_1 und B_2 entspricht einer Wechselspannung $E \sin^2 2\omega t$, wenn der Erregerwechselstrom einer Spannung $E \sin w t$ entspricht. Wird in den Stromkreis der Bürsten eine Drosselspule *D* geschaltet, so entsteht zwischen den Punkten C_1 und C_2 eine konstante Spannung von der Größe $E/2$. Es ist nämlich $E \sin^2 2\omega t = E/2 - E/2 \cos 4\omega t$. Der durch $E/2$ erzeugte Gleichstrom fließt ungehindert durch die Drosselspule, der durch die Wechselspannung $E/2 \cos 4\omega t$ verursachte Wechselstrom hingegen wird durch die Drosselspule völlig abgedrosselt. Man kann also mit Hilfe mit dieser Einrichtung einen Einphasenwechselstrom von beliebig hoher Spannung in Gleichstrom von beliebiger Spannung umformen.

(D. R. P. Nr. 275 668.)

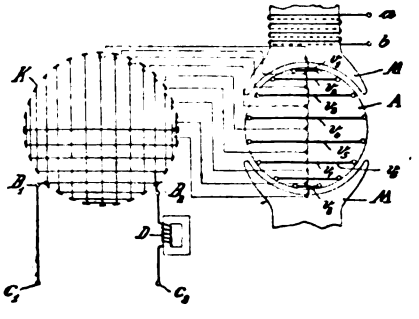


Abb. 17.

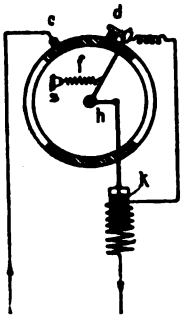


Abb. 18.

Ein Verfahren zum wechselstromseitigen Anlassen rotierender Umformer mit zur Kommutierung dienenden Wendepolen besteht darin, daß die Wechselstromseite des Umformers bei abgeschaltetem Gleichstromnetz an das Wechselstromnetz gelegt wird, daß aber vor dem Anlassen die Kommutatorbürsten um einige Segmente aus ihrer normalen Laufstellung verschoben werden. Läßt man nämlich die Bürsten beim Anlassen in ihrer Laufstellung, dann findet das im Anker erzeugte Drehfeld gerade an der Stelle, wo die Bürsten stehen, einen durch die Hilfspole fast geschlossenen Eisenweg. Das Drehfeld wird also gerade an dieser Stelle sehr stark und infolgedessen einen starken Strom in den durch die Bürsten kurzgeschlossenen Windungen erzeugen. Verschiebt man aber beim Anlassen die Bürsten, was einem Abheben und Wiederaufsetzen vorzuziehen ist, dann wird der störende Einfluß der Wendepole vermieden. (D. R. P. Nr. 274 956.)

Gleichrichter.

Der Gleichrichter A. G. in Glarus (Schweiz) wurde ein Synchronkommutator zum Gleichrichten von Wechselstrom mit in tangentialer Richtung gegeneinander verschiebbaren Bürsten patentiert. Das Feuern an den Bürsten solcher Kommutatoren kann dadurch vermieden werden, daß der Stromschluß und die Stromunterbrechung im Augenblick der Stromlosigkeit erfolgt. Bei wechselnder Belastung werden nun beim Erfindungsgegenstand die Bürsten selbsttätig gegeneinander verschoben, damit bei jedem Betriebszustand Stromschluß und Stromunterbrechung im richtigen Augenblick erfolgen. Die Bürste *d* (Abb. 18) sitzt auf einem Hebelsystem *h*, das mit einem Magnetkern *k* gekuppelt ist, der durch das Solenoid *i* entgegen der Federkraft *f* herabgezogen werden kann. Am besten wird das Solenoid *i* vom Nutzstrom durchflossen, der mit zunehmender Stärke auch eine zunehmende Verschiebung der Bürste bewirkt. (D. R. P. Nr. 293 985.)

Von D. A. Heymann in Chicago (V. St. A.) rührt ein Gleichrichter für Wechselstrom her, der aus einem von einem Synchronmotor angetriebenen Kommutator besteht. Zum Zwecke des Anlassens wird der Feldmagnet des Synchronmotors unmittelbar mit Wechselstrom und der Anker des Synchronmotors mittelbar mit Strom aus derselben Wechselstromquelle, aber über den zum Gleichrichten dienenden, an die Ankerwicklung während des Anlassens angeschlossenen Kommutator gespeist. (D. P. Nr. 72 025.)

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Jedlitschka Karl, Ingenieur, Weidlingau-Hadersdorf.
Sinner Erich, Betriebsingenieur der städt. Elektr.-Werke Salzburg.
Burger Franz, Direktor d. Hydraw. L. Röder, Wien.
Pollak Rob. R. v. Rudin, Ing. Dr. techn., Wien.
Fritz Jisba's Wwe. Jisba Emma, Aussig a. E.
Elektrizitätswerk Bischofshofen Dr. Aug. Heinrich & Comp., Bischofshofen.
Runggaldier Anton, Elektrobetriebsleiter, Mariahof.
Vogel Fritz, Dr. Ing., Inspektor der Südbahn, Wien.
Slunicko Julius, techn. Beamter, Smichow.
Langhammer Alfred, Elektrokonstrukteur, Müglitz.
Landes-Elektrizitätswerk d. Erzherzogtum Österreich u. d. Enns, Wien.
Scherner Franz, Elektrotechniker, Mähr.-Neustadt.
Pohl Julius, Ingenieur-Oberleutnant, Wien, dz. im Felde.
Retschnig Alois, Elektrotechniker, Berndorf.
Stocker Josef, Oberleutnant, dz. im Felde.
Jellinek Ferdinand, Ingenieur, dz. im Felde.
Wallner Hans, Elektrotechniker, Wien.
Terzil Rudolf, Elektrotechn. Bedarfsartikel, Wien.
Schmiedel Rudolf, Montageleiter, Teplitz-Turn.
Pirch Karl Elektrotechniker, Marburg.
Kaindl J. J., Administrationsleiter d. Z. „E. u. M.", Wien.
Hochwimmer Eduard, Maschinenmeister, Kundl.
Technische Hochschule, Dresden, Sammlung Elektromaschinenbau,
Menczer Oskar, v., Ingenieur, Budapest.
Leitner Fritz, Betriebsleister, Budweis.
Höpp Anton, Ldst.-Offizial f. d. techn. Dienst, Wien.
Müller Leopold, Verwaltungsbeamter, Feldkirch.
Jarolin Louis, Hochschüler, Brixen.
Nicoladoni Alexander, techn. Beamter, Gmunden.
Portig Karl, Betriebselektriker, Aloistal.
Nowak Karl, Elektrotechnisches Bureau, Prag.
Riedel Josef, Baumwollspinnerei u. Schlichterei, Wurzelsdorf.
Beck Erwin, Montageleiter, Friedberg.
Seidl Hans, Assistent der Poldihütte, Kladno.
Mineralölraffinerie, Mähr.-Schönberg.
Haslauer Franz, Artilleriemeister, Etap.
Prochazka Franz, Fähnrich i. d. R., dz. im Felde.
Kloss Max, Professor, Dr. Ing., Nikolassee bei Berlin.
Kroschka Hans, Leutnant i. d. R., im Felde.
Schenkl Josef jun., Wien.
Nowak Otto, Oberleutnant, Wien.
Resch Hans, Betriebsleiter, Mallnitz.
Swoboda Willibald, Elektrotechnisches Bureau, Wien.
Genossenschaft der konzess. Elektrotechniker für Wien und Niederösterreich, Wien.
Ewig August Gottlieb, Betriebsleiter, Taxenbach.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
2. Juni 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 22.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Elektrizitätsversorgung der Niederlande. Von C. Feldmann 249
Wasserkraftausnutzung und Reichskraftnetz. Von Dr. Ing. W. v. Winkler 251
Rundschau 255
Chronik 258
Literaturbericht 259
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 259
Vereinsnachrichten 260
Personalnachricht 260

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Elektrizitätsversorgung der Niederlande.

Von **C. Feldmann**, Delft.

Der erste Schritt zur Stellungnahme des niederländischen Staates gegenüber den verschiedenen Fragen der Elektrizitätsversorgung war die Ernennung einer Staatskommission im April 1904. Ihr Auftrag umfaßte eine Feststellung der gesetzlichen Maßnahmen für die Errichtung und Anwendung elektrischer Leitungen. Der Bericht, der erst 1911 erschien, enthielt den Entwurf eines Gesetzes über elektrische Einheiten und Meßwerkzeuge, Sicherheitsvorschriften, Strafbarstellung des Diebstahls von Elektrizität und Beschränkung des Eigentumsrechtes zugunsten der Errichtung elektrischer Leitungen.

Von der vortrefflichen Arbeit dieser Kommission ist nur der zuletzt genannte Teil 1915 als Gesetzentwurf vorgelegt und kürzlich, also 1918, nach allerlei Fährlichkeiten zum Gesetz erhoben worden. Es besteht also die Möglichkeit, widerwillige Grundbesitzer zu zwingen, die Anlage von Leitungen über oder in ihrem Boden zuzulassen. Dagegen kann noch stets elektrische Arbeit straflos entwendet werden, besteht kein Gesetz über die Einheiten und keine Vorschrift oder Einrichtung zur Eichung von Zählern.

Die Sicherheitsvorschriften sind im Anschluß an die Arbeiten des Verbandes Deutscher Elektrotechniker durch den Ingenieurverein (Koninklijk Instituut voor Ingenieurs) bearbeitet und bei der dritten Auflage 1914 in Übereinstimmung gebracht mit den entsprechenden gesetzlichen Vorschriften. Die elektrischen Zentralen unterstehen in bezug auf den Schutz gegen Unfälle und Brandgefahr den gesetzlichen Vorschriften und dadurch der Arbeitsinspektion.

Kurz nach dem Erscheinen des Endrapports der ersten Staatskommission im Jahre 1911 ernannte die Regierung eine zweite, die hauptsächlich untersuchen sollte, auf welche Weise dem platten Lande die Vorteile der Elektrizitätsversorgung zugewendet werden könnten. Ihr Endrapport erschien 1914 und gipfelt darin, daß zwecks ökonomischer Regelung der Elektrizitätsversorgung die Regierung auf Grund eines Konzessionsrechtes müsse eingreifen können. Die gesetzliche Regelung dieses Konzessionsrechtes und der Verpflichtung der provinzialen Regierungen, diese Konzessionen nachzusuchen und anzunehmen ist durch einen Gesetzentwurf 1913 erstrebt, jedoch bis jetzt nicht erzielt worden. Trotzdem hat man noch vor Veröffentlichung des Endrapportes durch Druck der Regierung auf die provinzialen Verbände erreicht, daß fast alle Provinzen der Niederlande diese Konzessionen (mit ziemlich hohen, verpflichteten Abschreibungen, mit Bestimmungen über verpflichtete Erweiterung der Netze, Heimfall und Erwerb durch den Staat) angefragt und angenommen haben. Als Mittel diente in den meisten Fällen das Verfügungsrecht des Ministers über Reichswege und -wässer, Eisenbahnen usw.

Alle Provinzen haben auch provinziale Verordnungen erlassen, von denen einige hauptsächlich das Wegerecht regeln, die Gemeinden selbst jedoch frei lassen, während andere bestehende Rechte erkennen, die Neuanlage von Zentralen in Städten für deren eigenen Bedarf jedoch von der Zustimmung der Provinz abhängig machen. Dies hat in Nordbrabant zu einem Verwaltungsstreit zwischen Provinz und der Gemeinde 'sHertogenbosch geführt, der in höchster Instanz zugunsten der Gemeinde entschieden wurde. Die Krone hat jedoch diese Entscheidung verworfen und der Gemeinde nur das Recht zuerkannt, für eigenen Bedarf eine Zentrale zu errichten, falls nicht allgemeine Belange dadurch geschädigt werden.

Die heute in den Niederlanden bestehenden Zentralen versorgen durch Ortsnetze rund 2·2 Mill. Einwohner. Außerdem ist ein interlokales Netz, meistens mit 10 000 V Drehstrom und mit unterirdischen Kabeln ausgeführt, das 1550 km Länge besitzt und 1·3 Mill. Einwohner versorgt. Geplant sind Erweiterungen dieses 10 kV-Netzes mit 3020 km und ein 50 kV oberirdisches Drehstromnetz von 525 km Länge, wodurch weitere 1·8 Mill. Einwohner Strom empfangen können, so daß die Gesamtzahl der dann im Gebiete der Netze liegenden Einwohner 5·3 Millionen oder rund 80% der Gesamteinwohnerzahl von 6·5 Millionen beträgt. Die Vereinigung der Direktoren von Elektrizitätsbetrieben der Niederlande, deren Veröffentlichung diese Angaben entnommen sind*), hat dann vorläufig ein 1500 km langes 50 kV-Netz entworfen, das hauptsächlich aus den bestehenden teils städtischen, teils provinzialen Netzen gespeist werden soll und wovon zunächst, wie erwähnt, 525 km ausgeführt werden sollen, nachdem einigermaßen normale Zustände zurückgekehrt sind. In einer zweiten Veröffentlichung**) wird dann ein globaler Vorentwurf der Öffentlichkeit zur Kritik übergeben, die dann auch, wie gezeigt werden soll, nicht ausgeblieben ist. 1915 war in den Zentralen öffentlicher Körperschaften 150 000 kW Maschinenleistung vorhanden, wovon 100 000 kW verteilt werden konnten. Man schätzt zunächst also auf etwa 300 000 kW Totalleistung und hat nun für 300 000, 600 000, 1 Mill. kW Maschinenleistung ein Hochspannungsnetz entworfen für 200 000, 400 000, 600 000 kW Speiseleistung bei gleichmäßiger Verteilung über 30 000 km². Die Rechnung ist durchgeführt für verschiedene Querschnitte der 10 000 V-Kabel und verschiedene Abstände der Transformatorenstationen. Als Basis der Berechnung galten folgende Annahmen, wenn q der Querschnitt jeder Ader in mm² ist:

1 km 10 000 V-Drehstromkabel kostet $2650 + 95\,q$ Gulden
1 „ sechsdrähtige 50 000 V-Luftleitung kostet . . . . . $4800 + 95\,q$ „
1 kW verfügbare Leistung kostet . . . 27·60 Gulden
1 kWh verfügbare Arbeit kostet . . . 0·786 Cts.

*) Vereeniging van directeuren van electriciteitsbedryven in Nederland. „Eenige statische gegevens". Verlag P. N. van Kampen & Zn., Amsterdam. 1917.

**) Dieselben. Een hoogspannings-luchtnet. 1e gedeelte.

Digitized by Google

Der Zinsfuß ist 5%, die Abschreibung in 40 Jahren erfordert also 5·8278% jährlich. Als wirtschaftliche Stromdichte ergibt sich 1·605 A/mm², wenn die Belastung am Ende angreift, und 1·106 A/mm², wenn sie gleichmäßig über die Länge der 10 kV-Kabel verteilt ist; für die 50 kV-Luftleitungen findet man bei Belastung am Ende 1·106 A/mm². Man kann so für verschiedene Querschnitte Scharen von Kurven erhalten, worin der Gesamtpreis als Funktion des Abstandes der Unterstationen dargestellt ist. Sucht man daraus die Minimumwerte für die drei Kurvenscharen auf, dann erhält man drei Kurven für 200 000, 400 000 und 600 000 kW Leistung, die die Gesamtkosten als Funktion des Querschnittes vorstellen. Untersucht wird noch werden, ob an Stelle der 50 kV eventuell 100 kV den Vorzug verdienen. F. A. Smit Kleine*) hat in einer Studie sich für Staatszentralen und 150 kV-Leitungen ausgesprochen; der Berichterstatter**) hält diese Spannung für die Niederlande unnötig hoch, zumal nach den Formeln von Peek die geplanten 1000 km 2 × 3 × 70 mm² riesige Koronaverluste ergäben. Man findet beim Achsenabstand D für diese Verluste

	$D = 3$ m	$D = 2{\cdot}5$ m	$D = 2$ m.	
bei 140 kV	77	112	175	Mill. kWh.
„ 150 „	158	214	304	
„ 160 „	272	342	462	

Für den theoretischen Fall gleichmäßiger Verteilung meint man mit 40 bis 50 Unterstationen auskommen zu können, obwohl zugegeben wird, daß bei praktischer Ausführung die Anzahl etwas größer werden muß. Rechnet man für eine 50 kV-Transformatorenstation (53 000 + 6·7 k) Gulden, wobei k die betriebssicher verfügbare Leistung in Kilowatt ist, dann findet man für 50/10 kV folgende Ergebnisse:

Insgesamt	200 000	400 000	600 000	kW
Leistung f. d. Transformatorenstation. .	5 000	10 000	15 000	„
wirtschaftlicher Querschnitt von 900 km .	29 (35)	58	87	mm²
wirtschaftlicher Querschnitt von 500 km .	58	116	174	„
Gesamtkosten	15·9	22	28·5	Mill. Guld.

Bei 100 000 V kosten: Die Leitung (6000 + 95 q) Gulden/km, die Transformatorenstation (93 000 + 13·3 k) Gulden.

Die Ergebnisse sind:

Insgesamt	200 000	400 000	600 000	kW
wirtschaftlicher Querschnitt 900 km. . .	14·5 (35)	29 (35)	43·5	mm²
wirtschaftlicher Querschnitt 500 km . . .	29 (35)	58	87	„
Gesamtkosten	19·4	23·2	28	Mill. Guld.

Die 100 kV-Leitung ist also anfänglich, auch wegen des als Minimum angenommenen Querschnittes von 35 mm², teurer als die 50 kV-Leitung.

Diese Studien werden fortgesetzt. Auf der Jahresbörse (Messe) in Utrecht waren einige interessante graphische Vorstellungen zu sehen, die wohl in absehbarer Zeit ebenfalls veröffentlicht werden. Sie illustrierten unter anderem die Frage, die auch in Deutschland und Österreich-Ungarn behandelt ist, ob es nicht in gewissen Fällen wirtschaftlicher sein kann, die Kohle zu versenden an Stelle des Stromes.

Damit kommt man zur Kritik dieser Studien; denn die soeben genannten Kurven waren bereits Antwort auf eine Kritik.

Von einzelnen wird behauptet, die Direktoren der Elektrizitätswerke seien als Interessenten natürlich voreingenommen für die bestehenden, also für ihre Zentralen. Man erstrebt dort Staatseinmengung auch bei der Erzeugung. Auch dieser Wind ist aus östlicher Richtung in die Niederlande gekommen und insbesondere die Ausführungen von Prof. Klingenberg haben hiebei anregend gewirkt*).

Wohl am weitesten geht in dieser Beziehung der Zivil-Ing. H. Doyer**), der in einer 1916 erschienenen Schrift meint nachweisen zu können, daß provinziale Verbände günstiger als Gemeinden, der Staat günstiger als die Provinzen arbeiten können. Er gelangt zu dieser schematischen Auffassung an Hand einer schematischen Überlegung. Er nimmt an:

100 städtische Zentralen mit 300 km² Versorgungsgebiet und 2584 kW Leistung,

7 provinziale Zentralen mit 4300 km² Versorgungsgebiet und 43 000 kW Leistung,

3 staatliche Zentralen mit 10 000 km² Versorgungsgebiet und 117 000 kW Leistung.

Dann läßt er die Belastungsfaktoren und die Verschiedenheitsfaktoren = (Σ max. Verbraucher : max. Zentrale) mit der zunehmenden Zentralenleistung wachsen und findet dann natürlich, daß der Staat günstiger produzieren könne als die kleineren Produzenten. Übersehen ist dabei einerseits die „Verteuerungsfunktion", das heißt die Zunahme des Preises einer Transformatorenstation für 1 kW mit abnehmender Leistung und zunehmender Spannung. Absichtlich beiseite gestellt ist andererseits alle Rücksichtnahme auf Vorhandenes. Trotzdem enthält die Studie viel Verdienstliches.

Andere Vorschläge und Vorträge übergehe ich hier, da sie nichts wesentlich neues brachten. Erwähnenswert ist nur noch eine kleine Schrift, 1918 herausgegeben durch das Ministerium der öffentlichen Arbeit (van Waterstaat), das ein Gutachten von Prof. G. J. van Swaay und Ing. F. van Dam enthält. Daraus ergibt sich, daß die Regierung unbeirrt durch den Streit der Meinungen vorläufig noch einen abwartenden Standpunkt einnimmt. Auch die von verschiedenen Seiten unterstützte Ansicht, daß eigentlich ganz Niederland von den Limburger Kohlenbergwerken aus versorgt werden könne und müsse, wird darin erwähnt und an Hand von zahlenmäßigen Beweisen als unbegründet gekennzeichnet. Was, wie Dr. Voigt***) in der Berliner Sitzung vom 4. Dezember 1916 der Vereinigung der Elektrizitätswerke sagte, gilt auch hier: „Was (alter) in zehn Jahren historisch erwachsen, kann man nicht von heute auf morgen aus der Welt bringen; es kann nur ganz allmählich zum Verschwinden gebracht werden".

In der Tat ist die Elektrizitätsversorgung größerer Bezirke in den Niederlanden etwa zehn Jahre alt. 1909 kam als erstes Überlandnetz das 10 000 V-Netz der Maatschappij tot verkoop van den electrischen stroom der

*) F. A. Smit Kleine, „Wenschelijkheid van Staatscentrales en ultra-hoogspanningsleidingen", März 1917.

**) C. Feldmann, „Over vaste verliezen van bovengrondsche lijnen voor zeer hooge spanning", Zeitschrift „De Ingenieur" vom 22. September 1917, Nr. 38.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 335.

**) H. Doyer, Eene Rijks-Electriciteits-voorziening van Nederland. Bei J. Waltman, Delft 1916.

***) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 635.

Digitized by Google

Staatsmynen in Limburg zustande. Diese Aktiengesellschaft bezog Strom erst von einer, dann von zwei Zentralen der Staatsminen und wurde vor wenigen Monaten von der Provinz Limburg durch Ankauf des größeren Teiles der Aktien ohne wesentliche Änderung der Statuten übernommen. Auch die Provinzen Utrecht und Gelderland haben als Betriebsform die Aktiengesellschaft gewählt und beziehen Strom aus bestehenden Elektrizitätswerken. Die Provinz Noord-Holland hat die Anteile der Kennemer Electriciteits My. aufgekauft und besitzt dadurch eine eigene Zentrale in Ymuiden, kauft aber auch Strom aus den in dieser Provinz gelegenen Werken von Amsterdam und Haarlem. Die Provinz Overijssel hat die Zentrale und das interlokale Netz der drei Gemeinden Zwolle, Deventer und Zütphen aufgekauft und die Provinz Zuid-Holland, worin die Zentralen der Städte Leiden, Haag, Delft, Rotterdam, Dordrecht und Gouda liegen, erwägt Maßnahmen zur Kupplung dieser Gemeinden unter eventueller Beteiligung der Provinz. Nimmt man an, daß auch hiefür die Form einer Aktiengesellschaft gewählt wird, wobei alle Anteile sich in Händen publikrechtlicher Körperschaften befinden, dann haben sieben von den elf Provinzen diese Form des Betriebes gewählt, da auch Noord-Brabant eine Aktiengesellschaft errichtet, eine Zentrale und ein 10 000- und 50 000 V-Netz im Bau ist.

Von den übrigen vier Provinzen hat eine, Drenthe, mit ausgedehnten Heideflächen und dünner Bevölkerung, noch keine eigenen Schritte unternommen. Sie ist dann auch zur Hälfte der Provinz Overijssel, zur anderen Hälfte der Provinz Groningen im Konzessionswege zuerteilt oder zugedacht.

Die übrigen drei Provinzen Groningen, Friesland und Zeeland haben die Form des provinzialen Betriebes gewählt. Groningen hat eine eigene Zentrale und etwa 200 km 10 000 V-Netz unterirdisch angelegt und kam gerade noch vor Ausbruch des Krieges in Betrieb. Friesland hat die Zentrale und Fernleitungen der Stadt Leeuwarden erworben. Zeeland erwägt Pläne, um nach Wiederherstellung normaler Zeiten und Preise die Inseln Walcheren, Schouwen, Noord- und Zuid-Beveland und das an Belgien grenzende festländische Zeeuwsch-Vlaanderen aus einer oder einigen bestehenden oder neu zu errichtenden Zentralen zu speisen.

Zweifellos wird dabei Rücksicht zu nehmen sein auf bestehende Werke, um nicht in Überspannung des staatssozialen Grundgedankens volkswirtschaftlich große Werte zu entwerten. Dabei werden auch die als Nebenprodukt entfallenden Energiemengen der Staatsminen benutzt werden, wenn auch weniger als einzelne Gruppen hoffen oder wünschen.

Da der Berichterstatter bei den meisten Provinzen in der einen oder anderen Form an der Bearbeitung der Pläne hat mitwirken können, kann er aus Erfahrung bestätigen, daß die letzten zehn Jahre für die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung in den Niederlanden außerordentlich fruchtbar und interessant waren und daß nach seiner Ansicht eine gedeihliche Entwicklung durch allzu scharfen Eingriff des Staates eher geschädigt als gefördert werden kann.

Wasserkraftausnutzung und Reichskraftnetz.

Von Dir. Ing. **W. v. Winkler**, Klagenfurt.

Zum Zwecke der möglichst vollkommenen und vorteilhaften Ausnutzung der Wasserkräfte werden heute vielfach Maßnahmen empfohlen, die bestechend aussehen und zumeist auch sehr zweckmäßig sind. Einige davon erfordern aber eine genauere Prüfung, da sie zu sehr die Wasserkraftnutzung im Auge haben und Vorteile versprechen, die bei genauerem Zusehen entweder technisch oder geschäftlich nicht erreicht werden können, oder deren Erreichen mit bedeutenden Einbußen in anderen Wirtschaftszweigen verbunden ist.

Man empfiehlt zunächst ein möglichst weitgehendes Zusammenziehen der Wasserkräfte und das Errichten von möglichst vielen (!) Staubecken, um die Wasserkraft ganzer Stromgebiete zur möglichst vollkommenen Ausnutzung zu bringen und einen Höchstwert der Gesamtleistung zu erzielen, gleichzeitig aber auch allem sich zeigenden Bedarf an Strom Rechnung zu tragen.

Dann wird vorgeschlagen, so wenig Anlagen als möglich zu erbauen und nur ganz große Maschineneinheiten zu verwenden, weil diese bei geringster Bedienungsmannschaft, also geringsten Betriebskosten, die größte Betriebssicherheit gewährleisten. Auch soll alles vereinheitlicht werden, also auch Spannung und Frequenz des Stromes, da doch wohl nur mehr Drehstrom zur Anwendung kommt, Gleichstrom aber als abgetan zu betrachten ist.

Weiters sollen alle Wasserkraftanlagen beseitigt werden, die nicht in den zu entwerfenden Plan der besten großzügigen Ausnutzung fallen oder unwirtschaftlich arbeiten. Das Verbinden mit Anlagen, die auf Wärmekraft beruhen, soll aufhören; ebenso das unmittelbare Verwenden der Wasserkraft als Betriebskraft, ohne Vermittlung durch die leicht verteilbare Elektrizität.

Alle Wasserkräfte sollen, bei Unterlassen jeder Einzelausnutzung, zum Zweck des gegenseitigen Ergänzens miteinander durch ein einheitliches „Reichskraftnetz" verbunden werden, das bei geeigneter Leitungsanordnung die höchste Betriebssicherheit gewährleistet und gestattet, an allen Orten unseres Vaterlandes den jeweiligen Strombedarf zu niedrigen Preisen zu decken, die auf andere Weise nicht erzielbar wären.

Diese Vorschläge sind so vielversprechend, daß es wohl den Versuch lohnt, ihre Durchführbarkeit und wirtschaftliche Zweckmäßigkeit zu prüfen und nach ihren etwaigen Nachteilen zu forschen. Hiebei möge im voraus betont werden, daß die Abhängigkeit, in die die Industrie durch die allzuweitgehende Vereinheitlichung der Krafterzeugung und Kraftabgabe geraten muß, als sehr bedenklich und ihrer Entwicklung abträglich zu bezeichnen ist. Dies ist ein Punkt, der sicherlich bei Beurteilen der gesamten Fragen sehr in die Wagschale fallen wird.

Ein weiterer Austausch der Meinungen kann, selbst wenn diese schon wiederholt ausgesprochen worden sind, erhöhte Klarheit in diese wichtige Sache bringen, wenn immer auf sachlichem Gebiet geblieben und auch die gegenteilige Meinung nicht etwa vom hohen Stuhl der Macht aus abgetan wird.

I. Allgemeine Gesichtspunkte.

In den „erläuternden Bemerkungen" zum neuen Wasserrechtsgesetz ist das Ziel, das dem Gesetzgeber vorgeschwebt hat, deutlich ausgedrückt in den Worten: „Es muß dafür gesorgt werden, daß aus gemeinwirtschaftlichem Gesichtspunkte das Wasser und speziell die Wasserkraft,

Digitized by Google

eine im ganzen möglichst rationelle und möglichst vollständige Verwertung erfahre"; es soll aber auch „dem einzelnen rücksichtlich seines singular wirtschaftlichen Anspruches auf Wassernutzung die möglichste Rechtssicherheit geboten und hiedurch der Betätigung des privaten Unternehmungsgeistes freie Bahn gelassen werden". Auch Ministerpräsident Dr. v. Seidler hat die Richtlinie der Wasserwirtschaft dahin gezogen, daß die Fragen „mit aufs Ganze gerichtetem Blick aufzufassen" seien, daß „frei von Neid und Engherzigkeit im Erfolge des Einzelnen ein Gewinn für das Ganze" gesehen und daß unsere Arbeit mit allen Hilfsmitteln der Wissenschaft gefördert werden müsse.

Daraus ist klar zu erkennen, daß der Gesetzgeber nicht ausschließlich die Wasserkraftnutzung, sondern vielmehr das Ganze der Wasserwirtschaft im Auge hatte und zwischen den einzelnen Benutzungsarten des Wassers, Schiffahrt, Flößerei, Kraftnutzung und der besonders in den Alpenländern so wichtigen Wiesenbewässerung derart vermittelnd eingreifen wollte, daß die Wasserwirtschaft als solche gefördert, daß aber damit sowohl den Ansprüchen von Industrie und Gewerbe, als auch jenen des Ackerbaues Rechnung getragen wird.

Da nun der jetzige Krieg gezeigt hat, wie wenig gerade die letzteren Belange, nämlich die Erzeugung von Nähr- und Futtermitteln, vernachlässigt werden dürfen, so wird man zugeben müssen, daß der Gesetzgeber vollkommen Recht hat. Man wird aber auch alles daran setzen müssen, um seine in der Gesamtwirtschaft tief begründeten Absichten nicht zu vereiteln. Dies letztere aber kann durch einseitiges und „großzügiges" Fördern der Großwasserkraftnutzung geschehen, weil es nachweislich zahlreiche Fälle gibt, wo mittlere, ja selbst kleine Wasserkräfte ihre Betriebsberechtigung haben und trotz ihrer Kleinheit mit Rücksicht auf die anderen Wassernutzungen wirtschaftlich günstigere Ergebnisse liefern können als die elektrisch ferngeleitete Leistung. Es geht jedenfalls zu weit, die Ausnutzung von Wasserkräften für bestimmte Zwecke und ihr Übertragen in nächste Nähe mit Hilfe von Transmissionen abzulehnen, denn die Verwertung einer Leistung mit Hilfe von elektrischer Übertragung ist ja nicht ein alleinstehendes Allmittel. Noch am Standort der Wasserkraft kann, wie dies ja oft genug durch Bestehendes bewiesen ist und auch weiterhin gelten wird, mit großen wirtschaftlichen Vorteilen eine Verwertung dieser Kraft stattfinden und man darf daher auch bei der reinen Kraftausnutzung jene Kräfte nicht in den Hintergrund drängen, bei denen der Umweg über die elektrische Übertragung nicht notwendig ist. Man darf eben eines nicht vergessen, nämlich, daß die eingehende Ausnutzung des Wassers nicht allein darin besteht, die Wasserkraft auf elektrischem Weg weit weg zu leiten, sondern daß einerseits noch andere Wassernutzungen überhaupt bestehen und wirtschaftlich hohe Bedeutung haben, andererseits aber auch Wasserkräfte ohne elektrische Fernübertragung nützlich sind. Heute heißt „großzügig" ausschließlich das, was sich auf das Bevorzugen großer Leistungseinheiten bezieht, während es in Wirklichkeit bedeuten sollte, daß eine vielseitige durchdringende Verwertung alles Wassers zu jenen Zwecken durchgeführt wird, die bei Gewerbe und Landwirtschaft bestehen und wofür sich eine Wasseranlage als bauwürdig ergibt. Nicht das Einseitige sondern das Vielseitige muß uns als großzügig gelten.

Eine weitere Frage von Bedeutung ist die, ob es wirtschaftlich vorteilhafter ist, eine stets ununterbrochene Leistungslieferung anzustreben, denn es dürfte zahllose Fälle geben, wo dies durch die gewünschte gegenseitige Aushilfe nur in einer Weise bewirkt werden kann, die im Vergleich mit einer vorübergehenden Stromlosigkeit uns zwingt, der letzteren die größeren wirtschaftlichen Vorteile bezw. die kleineren Nachteile zuzusprechen.

Nicht eindringlich genug kann auf die grundstürzenden Änderungen hingewiesen werden, die der Krieg auf allen Gebieten hervorgebracht hat; das Gebiet der Elektrotechnik ist ganz besonders hinsichtlich der Stoffe für den Leitungsbau in Mitleidenschaft gezogen und wird es auch noch lange nach dem Kriege bleiben. Daß es auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftübertragung von wesentlichem Einfluß ist, ob man verhältnismäßig billige Kupferleitungen, Aluminiumleitungen oder verlustreiche, gegen früher sehr teuere Eisenleitungen anwenden kann, dürfte man ebenso wenig bezweifeln, als die Vorsicht, mit der alle Beteiligten an das Errichten von Überlandnetzen gehen werden, da sie sich im Sinne des Ministers zufolge der allgemeinen wirtschaftlichen Notlage der größten Sparsamkeit befleißen werden müssen und nur wirtschaftlich rasch fruchtbringende Auslagen machen dürfen. Es muß nun zwar als feststehend gelten, daß der zu fördernde Aufschwung unseres Wirtschaftslebens nach dem Kriege unbedingt elektrische Kraftverteilung erfordern wird; die Wirtschaftlichkeit wird aber um so mehr geprüft werden müssen, als ja alle Abnehmer in Zukunft auf möglichst wohlfeile Leistungsabgabe rechnen werden. Es müssen begründete Zweifel entstehen, ob das weitestgehende Ausnutzen aller Rinngefälle nicht eine erheblich teuerere Anlage bedingt, und nur die, zweifellos vereinfachten und verbilligten Betriebsverhältnisse können es dahin bringen, daß die Ausnutzung einer Großkraft wirtschaftlicher ist, als die mehrerer Einzelkräfte. Damit ist aber noch gar nicht erwiesen, daß der Strombezug aus dem Einheitsnetz wirklich billiger ist, als Selbsterzeugung, bei der viele Arbeiten nebenher in Pausen der Maschinenwartung gemacht werden können und so den Lohnanteil der Stromerzeugung sehr herabdrücken.

II. Das Zusammenziehen der Wasserkräfte.

Technisch ist das Zusammenziehen der gesamten Leistungsmengen eines Flußlaufes, ja eines ganzen Flußgebietes ein höchst erstrebenswertes Ziel und es läßt sich auch mit den der Technik zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln durchführen. Die Kosten sollen aber nicht unterschätzt werden. Der Ausbau einer Großkraft auf dieser Grundlage — von jenen an größeren Flüssen abgesehen — erfordert in der Regel Stollenbauten, bei denen die Beschaffenheit bezw. Eignung des Gesteines nicht ohne Bedeutung ist. Wird die allervollkommenste Ausnutzung der gesamten im ganzen Jahr zufließenden Wassermenge in der dem jeweiligen Bedarf entsprechenden Weise angestrebt, so kann man ohne Wasserspeicher nicht auskommen. Abgesehen von verhältnismäßig hohen Kosten eines Stollens, die vielleicht durch die Verminderung der Kosten des Wehrbaues vermindert werden und bei großen Leistungen die Kosten für die ausgebaute Pferdestärke nicht allzu ungünstig beeinflussen, kommen dann noch die Kosten des Grunderwerbes für die Speicher und das Herstellen der Staudämme in Frage. Gerade bei letzteren ist die größte Sorgfalt geboten, da schon traurige Beispiele von Unfällen vorliegen. Diese Sorgfalt bedeutet aber Verteuerung. Daher dürfte es nicht tunlich sein, möglichst viele (!) Staubecken anzulegen, sondern man wird auch an große einheitliche Staubecken — meist natürlichen Ursprunges — denken, sowohl wegen des Baues als wegen des Betriebes und auch aus dem Grunde um der Landwirtschaft nicht zu viel Grundstücke zu entziehen. Jedes Ar hat im Kriege ganz bedeutend an Wert gewonnen und wird ihn behalten. Übrigens ist beim Anstauen des Wassers nicht zu übersehen,

Digitized by Google

daß es im Winter mit nicht unbedeutenden Gefahren verbunden ist, wenn nämlich — etwa in den Alpenländern — zahlreiche, kleinere Staubecken zeitweilig im Winter bei – 25° abwechselnd entleert und wieder gefüllt werden — so ist die Gefahr des schalenartigen Ansetzens von Eis gegeben. Außerdem wird eine kleine Wassermasse leichter von der auch durch den Erdboden eindringenden und Grundeis verursachenden Kälte durchdrungen und leidet im Verhältnis zu der aufgespeicherten Wassermenge ganz bedeutend mehr durch starken Schneefall. Dieser kann oft in einer einzigen Nacht in selbst verhältnismäßig warmen Seen Eisdecken von 200 bis 300 mm Dicke erzeugen, indem der kalte Schnee bei dem erzwungenen Übergang in den tropfbaren Zustand dem Wasser viel mehr Wärme entzieht, als durch Leitung aus der Gesamtmasse nachgeliefert werden kann. Und noch eines: Es ist bei der landwirtschaftfreundlichen Behandlung unserer gesamten wirtschaftlichen Verhältnisse eine Enteignung für Wasserkraftanlagen trotz Gesetz nur sehr schwer zu bekommen. Wird es praktisch möglich sein, da doch diese Strömung sich durch den Krieg gestärkt hat, für jede der vorzuschlagenden Wasserkraftanlagen deshalb, weil sie einer Einzelausnutzung entrückt sein und ins Reichskraftnetz Strom liefern soll, das Enteignungsrecht für alle jene Flächen zu erlangen, die von den „möglichst zahlreichen Speichern" gebraucht werden? Wahrscheinlich nicht, denn es wird dann der Streit beginnen, welche Wasserkraft den Vorzug bekommen soll, und es wird dasjenige geschehen, bei dem gewisse Kreise in Österreich immer am zufriedensten waren — nämlich nichts.

Die Erwartungen, die man bei dieser Art der möglichst vollkommenen Ausnutzung einer Wasserkraft bei glücklichem Überwinden der angedeuteten Gefahren mit Recht hegen darf, sind sehr bedeutende. Doch läßt sich im allgemeinen einer Vereinheitlichung ganzer Stromgebiete nicht ohneweiters das Wort reden. Man kann es zwar dahin bringen, daß man allem sich zeigenden Bedarf Rechnung tragen kann, allein es ist nicht gesagt, daß dieser nicht länger zu seiner Entwicklung braucht und dann schwankt; deshalb wird stets die Gefahr eines zu großen Ausbaues anfänglich vorliegen und die Wirtschaftlichkeit durch die nun einmal nicht zu umgehenden Kapitalspflichten beeinträchtigt werden.

Es wird auf die Speicherung System Golwig verwiesen, wo Wasserüberschuß zum Pumpen auf Hochspeicher verwendet wird. Abgesehen davon, daß man im Winter oft nicht einmal Wasser genug zum Enteisen der Turbinen, geschweige zum Abgeben der Speicherleistung hat, eignet sich nicht jedes Gelände zu dieser Art der Speicherung, und im ganzen wird ein so geringer Gütegrad erzielt, daß man von ihr wird absehen müssen, da die wiedergewonnene Leistung bei weitem nicht die Zinsen der Aufwendung trägt. Außerdem kommen durch diese Speicherung ganz andere Maschinen, neue Störungsquellen in die Anlage, was der angestrebten Vereinheitlichung gerade widerspricht. Anlagen dieser Art in der Schweiz scheinen nicht mehr in Betrieb zu sein.

Alle diese Erwägungen sollen, wenn sie auch im allgemeinen für die besprochenen Vorschläge nicht ganz ungünstig sind, bewirken, daß man sich über den Wert auch einzelner Wasserkraftanlagen Rechenschaft gibt. Es kommt nicht immer auf eine einheitliche wohlfeile Stromabgabe an; es gibt auch Gewerbe und größere gewerbliche Betriebe, bei denen die Kraft im Verhältnis zum Wert der Erzeugnisse wenig Rolle spielt, zum Beispiel die Seidenerzeugung in Tirol, die Schafwollwarenerzeugung und dgl. Man darf daher keinesfalls alles über einen Kamm scheren und muß bedenken, daß die Kraftverteilung von einem Großwerk aus auch viel Geld kostet, das die Großkraftanlage im Gegensatz zu mehreren Einzelanlagen belastet.

Leider müssen wir auch einer anderen Erwägung unser Ohr leihen, die ganz besonders österreichisch genannt zu werden verdient, nämlich dem Umstande, daß bei aller Größe und Großzügigkeit der in Frage kommenden Bestrebungen, oder vielleicht gerade wegen der Großzügigkeit, im allgemeinen die Entwicklung unserer Wasserwirtschaft rückständig geblieben ist, weil kein Entwurf einer Ausnutzung als vollkommen und umfassend genug und als der Verwirklichung würdig befunden wurde. In diesem Sinne gilt nicht nur „wer allzuviel bedenkt, wird wenig leisten", sondern auch „wer mit seinen Absichten allzusehr von der Verwirklichung sich entfernt, bleibt im Rückstand", da er das Mögliche zugunsten des Erhofften verpaßt.

Es dürfte genügen, die Rücksichtnahme auf andere Wassernutzungen, insbesondere auf die Bewässerung, nur anzudeuten, da sie im Verein mit Schiffahrt, Holztrift, besonders in den Alpenländern, wo man gerade die größten Erfolge vom Zusammenlegen der Wasserkräfte zu erwarten hat, namhaften Einfluß auf die Höhe der Ausnutzung und deren Kosten zu nehmen geeignet ist.

III. Das Vermindern der Zahl der Anlagen.

Es ist zweifellos richtig, daß eine geregelte Wasserwirtschaft das Zersplittern in zahlreiche kleine, selbst mittlere Wasserkraftanlagen, vermeiden muß. Aber es gibt auch hier eine wirtschaftliche Grenze, die es keinesfalls erlaubt, als Richtlinie aufzustellen, daß überhaupt so wenig Anlagen als möglich errichtet werden. Allerdings hat dieser Wunsch die Einschränkung in sich, wenn man das „möglich" nicht von technischer, sondern von wirtschaftlicher Seite ansieht, wo man es dann durch „wirtschaftlich zweckmäßig" ersetzen kann.

An der technischen Möglichkeit des Herstellens der allergrößten Anlagen zweifelt niemand; auch daran nicht, daß eine große Maschine nicht mehr Bedienungsmannschaft braucht und auch sonst wirtschaftlicher arbeiten kann, als mehrere kleinere. Die Betriebssicherheit dürfte bei beiden Maschinenarten, was die Einzelmaschine anlangt, als gleich hoch bezeichnet werden können und auch die zusätzlichen Kosten der Gebäude und der Wasserbauten werden sich nicht so sehr unterscheiden, daß sie die Anwendung der großen Maschine unbedingt gebieten würden.

Wohl aber kommt hinsichtlich der Betriebssicherheit der ganzen Anlage sehr in Frage, wie es mit der Ersatzbereitschaft steht. Man wird doch nicht bei jedem Anstand, der bei einer großen Maschine vorkommen kann, die Wasserkraft ungenutzt bis zur Behebung belassen wollen, da sich dadurch die Stromverteilungsverhältnisse auf zu lange Zeit ungünstig gestalten können. Es ist nun wieder eine Frage der wirtschaftlichen Ausnutzung, für welchen Teil der Gesamtleistung man eine Ersatzmaschine aufstellt.

Bei der äußersten oberen Grenze müßte die Ersatzmaschine bei entsprechender Betriebssicherheit 100% der eigentlichen Betriebsmaschine ausmachen. Da nun aber die Wasserkräfte nicht gleich groß sein werden und es bei der besten Voraussicht kaum je vorkommen wird, daß der Bedarf sich immer so regelt, um die Wasserkraft gleichmäßig auszunutzen, was ja auch dem Gedanken der Speicherung widersprechen würde, so wird damit sogleich auch der weitere Richtpunkt als unzweckmäßig erkannt werden müssen, nämlich überhaupt nur lauter gleiche Maschinenarten und -größen anzuwenden.

Man kann sich nicht recht vorstellen, daß für alle praktischen Zwecke gerade nur ein einziges Stromsystem und besonders eine einzige Spannung, letztere mit Rücksich

Digitized by Google

auf den wirtschaftlichen Leitungsverlust, geeignet sein müsse, aber man käme schließlich über diesen Punkt hinweg. Ganz unklar ist es aber, wie die Einheitstype bei den Wasserbetriebsmaschinen, den Turbinen, durchgesetzt werden soll, wo doch gerade die zweckmäßigste und vollkommenste Ausnutzung der Wasserkraft in hervorragendem Maße vom Gefälle abhängt. Man wird aber nicht behaupten wollen, daß auch alle Gefälle vereinheitlicht werden sollen. Daher wird man wohl bei verschiedenen Maschinenarten und -größen bleiben müssen. Der Vorteil hievon ist auch darin gelegen, daß die Technik, deren innerstes Wesen gleichsam Beruf, das rastlose Fortschreiten ist, nicht in zu weit getriebener Vereinheitlichung verknöchern wird.

Man trachtet mit Recht darnach, nicht bei Belastungsabnahme immer große Maschinen im Betrieb halten zu müssen, weil sie dann unwirtschaftlicher arbeiten, daher weniger Wasser zum Speichern oder Enteisen übrig lassen und weil sie sich einer richtigen Einwirkung der Regler entziehen. Man wird daher auch aus diesem Grunde verschiedene Maschinengrößen anwenden müssen. Schließlich wird es nach wie vor immer vorkommen, daß man aus Gründen der Geldbeschaffung und des Wagnisses eine Großkraft allmählich ausbaut, denn die Zinsenlast für das Anlagekapital ist eine sehr bedeutende Post in der Ertragsrechnung; also auch diese Erwägung spricht für die Zweckmäßigkeit des Teilens der Maschinenleistung und des nicht ausschließlichen Anwendens großer einheitlicher Maschinen.

Aus dem oben Gesagten dürfte zur Genüge erkennbar sein, daß eine umfassende und eindringliche Wasserwirtschaft unmöglich auf dem wahllosen Vereinheitlichen und Bevorzugen der Großkräfte beruhen kann, sondern daß es, ganz ohne Rücksicht auf den wirtschaftlichen Wirkungskreis jeder Anlage, unbedingt geboten ist und bleiben wird, sie auch technisch als Einzelwesen zu betrachten und die bei ihr zutage tretenden Eigenschaften voll zu berücksichtigen.

Bei dieser Gelegenheit mögen auch noch einige Umstände besprochen werden, die in bezug auf die vorliegende Frage ohne Bedeutung sind und in der lebendigen Praxis erfahren werden können.

Da ist zunächst die Tatsache, daß es Gewohnheit ist, einer zu bewilligenden Wasserkraft alle erforderlichen, oft durch Jahrzehnte vernachlässigten Wasserbauten am ursprünglichen Flußgerinne mindestens zwischen Wehr und Ende Unterwassergraben, meist aber auch noch darüber hinaus, zur Ausführung zuzuschieben. Dabei wird alles als Vorwand hergezogen und die Entscheidung fällt, wenn man sich nicht auf langwierige, unsichere Prozesse einlassen will, bei der landwirtschaftfreundlichen Stimmung unserer Behörden zumeist gegen das Unternehmen aus. Ist der Wasserstand niedrig, so fehlt den Ufern nach der Meinung der Anrainer die frühere Stütze und das Entnehmen von Wasser verschuldet das Einstürzen; ist der Wasserstand hoch, so sind wieder die Ufer nicht an diese Erhöhung gewöhnt und Uferbrüche sind wieder durch die Wasserkraftanlage verursacht, obwohl sie doch zur Entlastung des Flußbettes beiträgt. Wird nun dem Unternehmer das Erhalten der Uferschutzbauten aufgetragen, so darf er nicht jene Form der Ausführung wählen, die als die zweckdienlichste und mit Rücksicht auf spätere Erhaltung preiswerteste ist, sondern jene, welcher der gerade bei staatlichen oder Landesbauämtern maßgebende Mann seine Förderung bezw. Befürwortung angedeihen läßt, oder die er zu seinem Steckenpferd erkoren hat, ob sie gerade paßt oder nicht. Und der jeweils Maßgebende ist immer unfehlbar, seine Vorgänger waren immer sachunkundig und, was sie gutgeheißen haben, war schlecht. Daher kommen die oft empfindlichen Fehler an manchen Wasserkrattanlagen, die auch nie mehr wieder gut gemacht werden können. Wie oft nationale, politische und persönliche Gründe dabei mitspielen, kann man beurteilen, wenn man Gelegenheit hat, in die betreffenden Urkunden Einsicht zu nehmen bei einiger Kenntnis der Verhältnisse in unseren Ländern. Und daß oft ohne Rücksicht auf den Bedarf jenen Abgeordneten Wünsche erfüllt werden, die ihre Stimme zu einer entsprechend gewichtigen zu machen verstehen, sieht man mit Schaudern an einzelnen Lokalbahnen. Ob sich der Zustand so bald bessern wird, den ein erfahrener Ingenieur damit gekennzeichnet hat, daß viele Behörden ihre Haupttätigkeit im Verneinen und Verhindern entwickeln, ist immer noch sehr fraglich.

Es gehört allerdings eine gewisse Liebe zur Sache dazu, um mit aller Beharrlichkeit und dem Aufgebot aller Aufmerksamkeit auch auf Nebenumstände aus einer weniger großen Wasserkraft alles heraus zu bekommen, was sie den Bedarfsverhältnissen entsprechend geben soll und kann. Aber wenn auch solchen Bemühungen die „Großzügigkeit" nicht zugesprochen werden wird, so haben sie doch für die Wasserwirtschaft segensreiche Wirkungen. Man sollte daher nicht von Anfang an daran gehen, den Betriebsleitern diese Bemühungen als überflüssig erscheinen zu lassen, da sie besonders bei dem längere Zeit zu erwartenden Leistungsüberschuß über den Absatz nur zu leicht geneigt sein werden, die Anlage arbeiten zu lassen, wie es geht, denn sie können ja immer damit rechnen, daß sie mit Hilfe des Reichskraftnetzes auch dann werden arbeiten können, wenn sie die Rücksicht auf das beste Ausnutzen der einzelnen Wasserkraft hintansetzen.

Es soll nun keineswegs der Eigenbrödelei und Zersplitterung das Wort geredet werden, da ja die Tatsachen die bedeutende Förderung der Elektrotechnik durch Vereinheitlichen und Zusammenfassen zur Genüge beweisen; doch soll nicht unterlassen werden, auf die große Gefahr hinzuweisen, daß auch in der elektrotechnischen Industrie die allgemeinen Förderbestrebungen verhindert werden, wenn man sie ganz der Großindustrie und insbesondere dem Großkapital zuführt oder ausliefert. Die allgemeine Förderung des Guten wird zugunsten der Förderung dessen zurückgedrängt, was den Mächtigen frommt oder gefällt, und viele gute Erfindungen werden um den ihnen gebührenden Lohn gebracht werden gegenüber solchen, die zwar nach kurzer Zeit ihre Minderwertigkeit beweisen, aber vom Kapital und der Großtechnik gestützt werden. Wenn man den Unwillen eines Mächtigen dadurch erregt, daß man seine Kreise stört, hat man mit der besten Absicht und mit dem glänzendsten Fortschritt keinen Erfolg; und das bezieht sich nicht bloß auf die eine Person, sondern auf alles, was mit ihr zusammenhängt; dieser Hinweis darauf dürfte genügen.

IV. Das Beseitigen älterer Werke.

Es wird vorgeschlagen, bestehende Wasserkraftanlagen, die nicht in den Ausnutzungsplan fallen, nach und nach zu beseitigen, sowie natürlich alle unwirtschaftlich arbeitenden Wasserkräfte einzustellen.

Nun, daß dies durchführbar ist, kann nicht bezweifelt werden; es wird sogar eine naturgemäße Folge des Zusammenziehens der Kräfte ganzer Stromgebiete sein; wenn man durch Zusammenziehen den bestehenden Werken das Wasser entzieht, hört eben ihre Betriebsmöglichkeit selbsttätig auf.

Dieses Entziehen des Betriebswassers liegt aber im „großzügigen" Plan der Wasserwirtschaft, und Wasserkräfte, die sehr wertvoll waren, müssen unwirtschaftlich arbeiten, wenn sie nur das Überschußwasser weiter bekommen, das ja überdies gespeichert werden soll.

Digitized by Google

Dieser Wunsch oder Ratschlag hat zur Voraussetzung, daß im ganzen Reich ein Einheitspreis für Strom gilt, etwa wie bei der Briefbeförderung, oder in gewissem Maß bei nach Zonen geteilten Hauptbahnen und vielen Monopolleistungen. Nun ist es aber doch etwas anderes, ob jemand einen Brief fortschickt, oder sich durch die Bahn befördern läßt, oder ob er an einem bestimmten Ort eine Leistung bezieht und auf diesem Bezug seine Lebenshaltung, ja sogar seine wirtschaftliche Lebensmöglichkeit aufbaut. Während er zum Briefschreiben und zur Bahnfahrt doch noch ein wenig seinen freien Willen geltend machen kann, hört dies bei Strombezug in hohem Maße auf. Da nun aber Lebenshaltung und Lebensmöglichkeit sich nie auf eine einheitliche Grundlage für alle Stromabnehmer werden bringen lassen, so ist darin schon ein triftiger Grund zu Unterschieden in den Strompreisen gegeben.

Der Industrielle im Kohlengebiet Böhmens konnte vor dem Krieg einen gewissen Strompreis als entsprechend ansehen und auf diesem aufgebaut konnte eine Wasserkraft mit Fernleitung in der dortigen Gegend unwirtschaftlich arbeiten. In Südösterreich dagegen bestehen große Elektrizitätswerke, die trotz günstiger Betriebsbedingungen doch nicht wirtschaftlich arbeiten, weil der Absatz zu gering ist, so daß selbst eine namhafte Erhöhung des Strompreises nichts hilft. Wie bereits angedeutet, hängt die Bewertung der Kraft von dem Wert der Ware ab. Schafwollware, Mehl und Luftstickstoff können unmöglich mit einem einheitlichen Strompreis rechnen. Die Gründe für die verschiedene Bewertung des Stromes sind so mannigfacher Natur, daß man sich mit diesem Hinweis genügen lassen muß. Welcher Preis wird aber dann als maßgebend angesehen werden?

Daraus folgt, daß hochwertige Wasserkräfte anfänglich oder zeitweilig weniger wirtschaftlich arbeiten können, daß es aber trotzdem ein Fehler wäre, sie auszuschalten oder gar zu vernichten. Wenn man die ganz übermäßig großen Kosten bedenkt, die dafür aufgewendet werden mußten, kommt man leicht auf die geschäftliche Unmöglichkeit einer solchen grundstürzenden Maßnahme, die aber auch im Rechtszustand, der heute doch noch besteht, ein bedeutendes Hindernis finden dürfte; es wird wohl ganz unmöglich sein, solche Werke, die nicht die gewünschte Höhe von Ertragfähigkeit besitzen, kurzer Hand zu enteignen, und man wird sich entschließen müssen, auf die gleichmäßige Höhe der Ertragfähigkeit zu verzichten und auch ab und zu ein solches räudiges Schaf mitarbeiten zu lassen, weil eben großzügige Betriebe nicht aus jedem einzelnen Teil Nutzen ziehen wollen. Übrigens läßt auch die schon oben angedeutete Veränderlichkeit der Bewertung des Stromes und die daraus folgende Veränderlichkeit der wirtschaftlichen Betriebsweise eines Werkes erkennen, daß solche Gewaltmaßnahmen vermieden werden müssen.

Auch der Staat arbeitet nicht in allen seinen jetzigen Betrieben wirtschaftlich gleichmäßig gut, zum Beispiel Staatsbahnen, Salinen, Tabakfabriken, und auch er vermeidet die zu weit gehende Vereinheitlichung durch verschiedene Preise nach Art und Güte der Leistung. Und wenn in einem Kurort die vornehme Welt nur nach der Bequemlichkeit und nicht nach den Kosten fragt, wird man da ein Werk einstellen oder vom Einzelbetrieb ausschalten wollen, weil es im Sinne des großzügigen Planes nicht wirtschaftlich arbeitet?; weiß man doch gar nicht, ob die erforderliche Ersatzleitung nicht noch weniger wirtschaftlich ist!?

Es kann behauptet werden, daß es für jeden Betrieb eine wirtschaftliche Lösung gibt. Zwischen dem Einheitsantrieb mit Transmission und dem Einzelantrieb durch Elektromotoren, zwischen dem Motorboot und dem Großdampfschiff, zwischen Trambahn- und Hauptbahnverkehr läßt sich für alle Verhältnisse diese wirtschaftlichste Form des Betriebes finden, und einzig diese ist anzustreben, unbeirrt durch schlagwortartige Einflüsse. Was nun aber die Wasserkraftanlagen betrifft, so darf man bei einem Blick in die Statistik mit Recht bezweifeln, daß eine Wasserkraftanlage gefunden wird, die an sich durchaus unwirtschaftlich arbeitet, selbst solche nicht ausgenommen, die teuer erbaut worden sind; es sei denn, daß sie für den in absehbarer Zeit zu erwartenden Bedarf viel zu groß angelegt wurden und der Ertrag vom Kapitaldienst aufgefressen wird. Es verschlägt also nichts, wenn die vom Einheitsplan angenommene Wirtschaftlichkeit vorläufig nicht immer erreicht wird, und es ist kaum anzunehmen, daß man je aus dem Grund der Unwirtschaftlichkeit Anlaß haben wird, ein Werk still zu setzen. Trifft dies aber zu, dann muß man wohl überlegen, ob es nicht geradezu als Vergeudung wirtschaftlicher Werte zu bezeichnen wäre, Bestehendes zu vernichten, und ob man nicht vielmehr alles wird aufbieten müssen, um zu erhalten und im äußersten Fall dem großen Plan einzupassen. Als bestes wird sich aber voraussichtlich erweisen, solche Wasserkraftanlagen als Einzelwesen für solche Betriebe bestehen zu lassen, für die sie ihre Zweckmäßigkeit erwiesen haben.

Auch in dieser Frage scheint bei vielen der Standpunkt des Elektrotechnikers gegenüber dem allgemein wirtschaftlichen Standpunkt zu sehr hervorgehoben zu werden.

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die genossenschaftlichen Überlandzentralen der Provinz Sachsen. Dr. Ing. E. Fleig. Es werden die Entwicklung, der Ausbau und die wirtschaftlichen Ergebnisse, von 11 genossenschaftlichen Zentralen in der Provinz Sachsen, welche 1907 bis 1912 in Betrieb gesetzt wurden, auch während des Krieges, beschrieben. Die Zahl der angeschlossenen Orte stieg von 7 im Jahre 1907 auf 1410 im Jahre 1916; seit Kriegsbeginn hat die Kupferbeschlagnahme hindernd auf die Weiterentwicklung gewirkt. Die angeschlossenen Orte umfassen ein Gebiet mit rund 655 000 Einwohnern und 775 000 ha Fläche, das ist etwa 30% der ländlichen Bevölkerung und 31% der Grundfläche der Provinz Sachsen, wogegen die städtische Bevölkerung nur etwa 25% der Gesamtbevölkerung ausmacht. Es ist daher mit einer raschen Weiterentwicklung der Überlandzentralenversorgung der ganzen Provinz nach dem Kriege zu rechnen. Die Entwicklung der Stromabgabe zeigt folgendes Bild:

Jahr	Eigene Erzeugung in 1000 kWh	Strombezug von fremden Kraftwerken in 1000 kWh	Gesamtbedarf in 1000 kWh
1909	653	9	662
1910	1624	355	1 979
1912	4563	6 365	10 928
1914	9040	17 590	26 630
1916	9596	19 847	29 443

Seit 1912 überwiegt somit der Strombezug aus fremden Werken, der 1916 bereits auf das Doppelte der Eigenerzeugung angewachsen ist.

Die primäre Verteilung geschieht ausschließlich mit Drehstrom, und zwar bis 1909 von 10 000 V Spannung, 1000 km Länge, von da ab mit 15 000 V Spannung mittels Freileitung von 3000 km Länge, die an Holzmasten in normal 40 m Abstand befestigt ist. Neuerdings sind bei 80 m Spannweite auf 1 km je zwei Eisenmaste als Ankerpunkte eingebaut; als Blitzschutz dient seit den letzten Jahren ein geerdetes Blitzseil, an welches auch die Isolatorträger angeschlossen sind. Die Maste werden seit 1912 mit Teeröl imprägniert; als Sicherheitsaufhängung dienen fast durchwegs Doppelisolatoren. An Stelle von Kupfer ist während des Krieges vielfach verzinktes Eisenseil, auch im Umbau, verwendet worden, in einem Falle auch Aluminium (für Niederspannung). Im Jahre 1916 waren 1300 Transformatorenstationen im Betrieb; statt der Zweitransformatorenhäuser mit zwei Stockwerken, mit Überspannungsschutz aus

Digitized by Google

doppelten Hörnern (Grob- und Feinschutz) und Wasserwiderständen verwendet man jetzt das Eintransformatorensystem mit starker Überlastbarkeit (großer Spannungsabfall) und einfachem Hörnerschutz mit Karbosilit- oder gekühlten Metallwiderständen; der Mastentransformator ist wenig beliebt wegen des schwierigen Auswechselns und der Witterungseinflüsse. Die Hörnerschutzapparate sind jetzt nur an wichtigen End- und Verteilungspunkten eingebaut, außerdem Schutz- und Erdungsdrosselspulen in Kraft- und Schaltwerken; der Kondensatorschutz wurde wegen der häufigen Durchschläge wieder aufgegeben.

Die Niederspannungsnetze sind mit 220 V für Kraft und 120 V für Licht betrieben, in letzter Zeit ist man zu 380 V für Kraft und 220 V für Licht übergegangen; die früher vermiedene Erdung des Nulleiters wird jetzt (bei 380 V) wieder eingeführt.

Die gesamte Stromerzeugung erreichte im Jahre 1916 rund 29·5 Mill. kWh, von denen infolge der relativ hohen Leerlaufsverluste der Transformatoren und Zähler nur 20·5 Millionen, das ist 70% nutzbar abgegeben wurden. Von der gesamten Stromabgabe entfallen rund 15% auf Licht und rund 85% auf Kraft, hievon etwa drei Viertel auf Großabnehmer (Fabriken, Gruben). Hinsichtlich der Abnahmeverteilung während der einzelnen Monate zeigen August-September und Jänner-Dezember je eine Belastungsspitze bei den sechs größten Überlandzentralen, wobei die Landwirtschaft namentlich während der Dreschzeit und im Winter, die Licht- und Großabnehmer hingegen nur im Winter das Maximum aufweisen; die Großabnehmer wirken stark abflachend auf die Schwankungen der Abnahmekurve. Die Benutzungsdauer ist, von den Großabnehmern (1070 h) abgesehen, durchaus sehr niedrig, durchschnittlich 200 h für Licht und noch wesentlich geringer für die landwirtschaftlichen Motoren (75 h); demgemäß erreichte die Höchstbelastung kaum 15% des Anschlußwertes.

Vom gesamten Anlagekapital (33·5 Mill. Mark) sind nur etwa 15% (5·5 Mill. Mark) durch genossenschaftliche Anteile gedeckt, während der Hauptteil durch die Haftsumme und die Rücklagen aufgebracht ist; durch letztere sind bereits 21·5% des Anlagekapitals abgeschrieben, was einer jährlichen Rücklage von rund 4% entspricht. Die Gesamteinnahmen betragen 3·15 Mill. Mark, von denen 43% auf Lichtstrom und 57% auf Kraftstrom entfallen; hiebei wird ein Durchschnittspreis von 43 bis 50 Pfg. für die kWh bei Licht und 20 Pfg. für Kraft erzielt; die Großabnehmer zahlen durchschnittlich nur 20 Pfg. für Licht und 7·2 Pfg. für Kraft, ergeben daher kaum ein Drittel der Gesamteinnahmen. Den Haupanteil hat die Landwirtschaft und das Gewerbe im Kleinverkauf, sie bilden sonach die wesentliche Stütze der Genossenschafts-Überlandzentralen, wenn auch die Großabnehmer wesentlich zur Verbesserung des Anschlusses (und Stromverbilligung) beitragen. Bei den Ausgaben stellt sich die von fremden Werken bezogene Energie durchschnittlich mit nur 4·6 Pfg. für die kWh (maximal 9 Pfg.).

In Berücksichtigung der mäßigen Strompreise und hohen Rücklagen kann zusammenfassend die Lage der Genossenschafts-Überlandzentralen im allgemeinen als günstig bezeichnet werden, und ist zu erwarten, daß bei entsprechender Entwicklung der Anschlußwerte eine weitere Ermäßigung der Strompreise erfolgt.

(Das Elektrizitätswerk, März 1918.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die wirtschaftlichere Ausnutzung der Brennstoffvorräte steht in den Vereinigten Staaten im Vordergrund des Interesses, denn der ungeheuere Verbrauch der Kriegsindustrie hat die Amerikaner aufmerksam gemacht, daß ihre Brennstoffvorräte nicht unerschöpflich sind und daß sie daran denken müssen, mit ihnen hauszuhalten und auch die minderwertigen Stoffe ökonomisch zu verwenden. Eine diesen Gegenstand mit breiter Ausführlichkeit behandelnde Serie von Artikeln eröffnet E. P. Coffin, der betont, daß die Vorräte der Union an Lignit und bituminöser Kohle ungeheuere sind, daß aber die an Kokskohle und Anthrazit noch im laufenden Jahrhundert erschöpft sein werden.

Torf findet sich in reichen, ausgedehnten Lagern in den Nordstaaten der Union bis zur geographischen Breite von New York, an der atlantischen Küste von New Jersey bis Florida und längs der Ostküste. Bis 1914 gab es nur vier unbedeutende Torfgewinnungsstätten, die jährlich 1925 t luftgetrockneten Torf erzeugten. Der Krieg hat die eben angelegte Errichtung von größeren Anlagen in Florida, Georgia und Kanada unterbrochen. Der Verfasser weist auf die ausgedehnte Anwendung von Torf in deutschen Elektrizitätswerken*) hin, ferner auf die in metallurgischen Anlagen in Schweden getroffenen Einrichtungen zur Verbrennung von gepulvertem Torf und betont die Wirtschaftlichkeit der Torfverwertung in Gasgeneratoranlagen in Verbindung mit Elektrizitätswerken und die reiche Ausbeute an Ammoniak, da der amerikanische Torf 20 bis 25 kg Stickstoff pro t enthält.

Lignit ist in den westlichen Mittelstaaten und in den Weststaaten weit verbreitet; in Nord Dakota befindet sich ein Lager von 80 000 km² und 3 bis 4·5 m Dicke. Der Lignit enthält 51% Kohlenstoff, 39% Gase und 10% Asche. Der Feuchtigkeitsgehalt beträgt 15 bis 40%. 1 t trockener Lignit entspricht im Heizwert 0·4 bis 0·7 t bituminöser Kohle. Der große Wassergehalt verbietet weite Transporte des Materiales und zwingt zur Verbrennung an der Fundstelle. Wenn aber Lignit in kleinen Stücken von 3 bis 10 cm zerschlagen und an der Luft getrocknet wird, so kann er in entsprechend eingerichteten Kesselanlagen wirtschaftlich verbrannt werden. Bei der Verbrennung unter dem Kessel muß durch künstlichen Zug für reiche Luftzufuhr gesorgt werden; hohe Verbrennungstemperaturen werden durch eine geeignete Rostkonstruktion, wie sie bei der Verbrennung von Sägespänen üblich ist, mit 12·5 mm großen Löchern, die 15% der Rostfläche ausmachen, erzeugt. Es ist dann möglich, mit 1 kg Lignit von 35% Wasser- und 6% Aschengehalt, bei 2800 Kal. 5 kg Wasser zu verdampfen; der Kessel darf aber nicht überanstrengt werden, 15 kg pro m² Heizfläche ist ein geeigneter Betriebswert. In gepulvertem Zustand ist Lignit ein Brennmaterial, das an Güte dem Rohpetroleum oder dem Erdgas nicht nachsteht. In den letzten zehn Jahren hat man auch mit Unterstützung der Regierung Versuche zur Verbrennung von Lignit in Gasgeneratoren in kleineren Anlagen mit Gasmaschinenantrieb der elektrischen Generatoren mit gutem Erfolg angestellt. Aussichtsreich ist es, Lignit zu brikettieren und in Gasgeneratoren zur Gaserzeugung in Verbindung mit Nebenproduktengewinnung zu verbrennen.

Am Ostrand der reichen Appalachian-Kohlenfelder vom Norden von Pennsylvania und Ohio bis Alabama, ferner in Illinois, dann im Missourifeld von Jowa bis Texas und in vielen anderen Unionstaaten findet sich halbbituminöse Kohle vor, die einen Heizwert von 5600 bis 6240 Kal. hat, geringen Wasser- und Aschengehalt aufweist und hauptsächlich auf den Bahnen und Schiffen verbrannt wird. Der hochwertige Anthrazit ist im östlichen Pennsylvanien verbreitet. Minderwertige Anthrazitvorkommen sind in Colorado, Neu-Mexico, Virginia, Rhode-Island und im Südosten von Massachusetts. Der Verfasser hebt, gestützt auf die Erfolge in Deutschland, die Bedeutung von gut durchgebildeten Kohlenstaubfeuerungen*) für die restlose Verwertung dieser Brennstoffe für metallurgische Zwecke, in den Kesseln der Elektrizitätswerke, ferner auf Bahnen und Schiffen hervor und betont, daß der Kohlenvergasung mit Nebenproduktengewinnung die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden soll**).

(Gen. El. Rev. 20, Nr. 8, 1917.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Die Verwendung des Audions in der drahtlosen Telegraphie***) behandelt E. H. Armstrong in einer ausführlichen Arbeit. Zur Verstärkung von Hochfrequenzschwingungen können die in Abb. 1 dargestellten beiden Schaltungen dienen. Bei der Schaltung Abb. 1 a wird in den mit der Antenne gekoppelten Schwingungskreis LC (bezw. Gitterkreis) eine Spule L_2 eingeschaltet, die mit

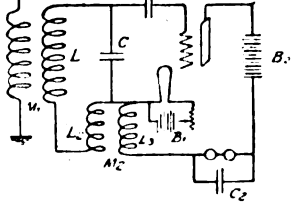


Abb. 1 a.

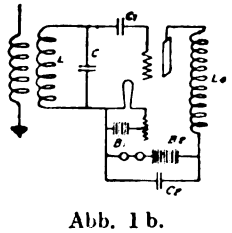


Abb. 1 b.

einer Spule L_3 im Anodenkreis des Audions gekoppelt ist. Die ankommenden Schwingungen übertragen sich durch das Gitter auf den Anodenkreis, wo sie Änderungen des von der Batterie B_2 gelieferten Gleichstromes hervorrufen, diese Energie wird nun durch die Kopplung M_2 wieder zurück auf den Gitterkreis übertragen und dadurch die Amplitude der Schwingungen im Gitterkreis vergrößert. Dies bewirkt wieder stärkere Änderungen des Stromes im Anodenkreis, die die Schwingungen des Systems weiter vergrößern. Gleichzeitig mit diesem Vorgang verläuft die Gleichrichterwirkung des Audions. Der Gitterkreis soll große Induktanz und kleine Kapazität erhalten. Das Telephon, dem ein Kondensator C_3 parallel liegt, wird proportional der Energievermehrung der ursprünglichen Schwingungen im Gitterkreis verstärkt ansprechen. Die Schaltung Abb. 1 b unterscheidet sich von der normalen Detektorschaltung nur durch die Einschaltung einer Induktanz L_4 in den Anodenkreis. Die Induktanz L_4 muß auf die durch die Kapazität des Audions und Induktanz der Anode bestimmte Schwingungszahl scharf abgestimmt

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 277; 1914, Seite 264.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 348.
**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 14, Seite 167.
***) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 206.

Digitized by Google

sein, dann wird Energie aus dem Anodenkreis auf den Gitterkreis übertragen und es entstehen dort Schwingungen, die in üblicher Weise gleichgerichtet werden. Kondensator C soll sehr klein sein. Bei Frequenzen von 30 000 empfiehlt es sich, einen Kondensator parallel zur Induktanz zu legen. Die besten Ergebnisse erhält man durch eine Kombination der beiden Schaltungen der Abb. 1. Die Kupplung zwischen Anodenkreis und Gitterkreis kann auch eine elektrostatische sein.

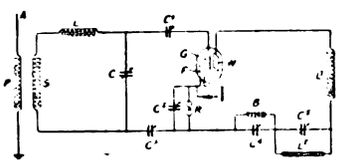


Abb. 2.

Durch die Rückübertragung der Energie aus dem die Batterie enthaltenden Kreis auf den Kontrollkreis werden bekanntlich kontinuierliche Schwingungen erzeugt, die den letzteren Kreis dauernd erregt halten. Das Audion wirkt also dann als Generator ungedämpfter Schwingungen. Stimmt man diese auf eine Frequenz ab, die wenig von der Frequenz einlangender Wellen verschieden ist, so bilden sich im Empfängerkreis aus dem Zusammenwirken der einlangenden und der örtlich erzeugten Schwingungen Interferenzwellen, die ein Telephon zum Ansprechen bringen. Für diese bekannte Verwendungsweise des Audions als Empfänger nach dem Heterodynprinzip*) gibt der Verfasser Schaltungsweisen an. Eine dem Verfasser patentierte Schaltung für den Heterodynempfang mittels Audionverstärker zeigt Abb. 2. Der abgestimmte Empfangskreis $S\,L\,C$ ist einerseits mit der Antenne A, P gekoppelt, andererseits über die Kondensatoren $C^1\,C^3$ mit dem Gitterkreis $G\,F$ des Audions verbunden. Der Anodenkreis $L^1\,C^5\,C^4$ mit der Verstärkungsbatterie B ist mit dem Gitterkreis durch die Kapazität C^2 und die Induktanz R_1, als welche das Empfangstelephon selbst dienen kann, verbunden. Mittels Kondensator C^5 und Spule L^2 wird die Frequenz der lokalen Schwingungen auf eine der der einlangenden Wellen nahe eingestellt, so daß Schwebungen auftreten. Diese niederfrequenten Schwingungen werden ihrerseits durch die Röhre und ihre Schwingungskreise verstärkt und somit laute Signale erzeugt. Dieses Empfangsverfahren ist nur bis zu einer gewissen Frequenz anwendbar, für höhere Frequenzen empfiehlt der Verfasser die

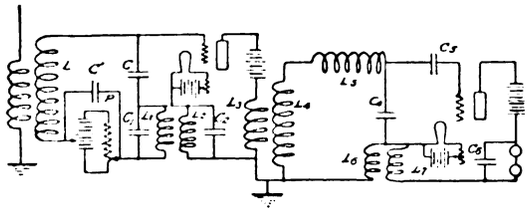


Abb. 3.

Schaltung nach Abb. 3, das zwei miteinander gekoppelte Audionsysteme umfaßt. $C^1\,L\,C\,C_1$ ist der auf die Frequenz der ankommenden Wellen abgestimmte Schwingungskreis. Durch das Potentiometer P wird dem Gitter ein solches Potential erteilt, daß im negativen Teil der Schwingung der Anodenstrom praktisch gleich Null wird. Durch die Kopplung $C_1\,L_1\,C_2\,L_2$ des Gitter- mit dem Anodenkreis werden niederfrequente (Audionfrequenz) Schwingungen erzeugt, wodurch die Amplitude der ankommenden Radiofrequenzschwingungen in der Frequenz des Audions verändert wird. Diese so veränderten Radiofrequenzschwingungen werden auf ein zweites Audion dadurch übertragen, daß der Anodenkreis des ersten durch die Spule L_3 mit dem Schwingungskreis $L_4\,C_4$ induktiv verbunden ist. Im zweiten Audion erfolgt in der in Abb. 1 a dargestellten Weise der Nachweis der Schwingungen. Den Kapazitätsstrom zwischen den Spulen $L_3\,L_4$ leitet man zur Erde.

Der große Vorzug dieser Empfangsschaltungen besteht in ihrer Unempfindlichkeit gegenüber atmosphärischen Störungen. Eine statische Störung ruft auf der Gitterelektrode eine negative Ladung hervor, die den Anodenstrom herabsetzt. Wenn aber das Audion als Generator arbeitet, so kann man durch Einstellung der Amplitude der lokalen Schwingungen den Anodenstrom so bemessen, daß eine Änderung des Gitterpotentiales keinen Einfluß auf den Strom nimmt. Dies erklärt sich aus der gekrümmten Form der Betriebscharakteristik (Anodenstrom in Funktion des Gitterpotentiales). Die Eigenschaft statischer Störungen, eine Abnahme des Anodenstromes zu verursachen, während jede einlangende elektrische Welle abwechselnd den Anodenstrom schwächt und stärkt, führt den Autor zu einer anderen vollkommen störungsfreien Empfangsschaltung. Er ordnet zwei vollständige Empfangssysteme so an, daß sie in Tritt miteinander schwingen, aber zum Luftleiter so liegen, daß die Schwebungsströme in den beiden Systemen um 180° gegeneinander verschoben sind. Das Ergebnis wird sein, daß das auftreffende Signal in dem Augenblick, wo es eine Zunahme der Stromstärke in den Telephonen des einen Empfängers hervorruft, eine Abnahme der Stromstärke in den Telephonen des anderen Empfängers bewirkt, so daß die beiden Telephonströme um 180° gegeneinander in Phase verschoben sind. Statische Störungen von großer Amplitude treten nicht mit den lokalen Frequenzen in Wechselwirkung und erzeugen gleichzeitig in beiden Empfängern eine Abnahme der Telephonstärke. Diese beiden Ströme stehen daher miteinander in Phase. Ersetzt man jedes der beiden Telephone durch die Primäre eines Transformators und verbindet man die beiden Sekundären in passender Weise mit einem Telephon, so kann man die statische Störung ausbalancieren und zugleich ein additives Ansprechen auf die Signale in jedem der beiden Empfänger erreichen.

(Jahrb. drahtl. Tel., Bd. 12, Heft 3, 1917.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 509, 594.

Strahlungslehre.

Über Ionisationsmessungen im Geisslerrohr. Erich Rumpf, Leipzig, hat sich ursprünglich zur Aufgabe gestellt, Sättigungsströme im negativen Glimmlicht nach der Methode der Querströme unmittelbar zu beobachten. Bei dieser Methode gelangt eine Versuchseinrichtung zur Anwendung, bei der in der Nähe einer der Hauptelektroden des Entladungsrohres Nebenelektroden so angeordnet sind, daß sie durch ihre Stellung, bei der die Entladung zwischen ihnen quer zur Hauptentladungsrichtung erfolgt, zur Messung der auftretenden Querströme verwendet werden können. Rumpf fand nun bei seinen Versuchen, daß an keiner Stelle der Geisslerentladung Sättigungsströme auftreten, da die Charakteristiken dieser Entladung an keiner Stelle einen zur Spannungsachse parallelen Verlauf nehmen, sondern daß vielmehr auf ein anfängliches rasches Ansteigen der Kurve, das seinerseits wieder in ein zur Spannungsachse konvexes und konkaves Gebiet zerfällt, ein zwar geradliniges, doch immer noch ansteigendes Stück folgt, dem sich ein weiterer, sehr starker Anstieg anschließt. Durch einfache Annahmen über die Oberflächenionisation an der Nebenkathode gelingt es Rumpf, die beobachteten Erscheinungen dadurch zu erklären, daß er den gemessenen Querstrom in zwei Teile zerlegt, von denen der eine sich im Zustande der Sättigung befindet, während der andere durch Oberflächenionisation mit der Spannung wächst. Die auf diesem Wege vorgenommene Berechnung des Sättigungsstromes entspricht den bestehenden Anschauungen über die Vorgänge im Geisslerrohr besser als der gesamte beobachtete Querstrom. Was die Ionisation im Geisslerrohr anbelangt, so erreicht sie im negativen Glimmlicht ein Maximum und erweist sich überdies unabhängig vom Druck und direkt proportional der Hauptstromstärke im Rohre. Bezüglich Wasserstoff und Luft zeigen sich keine erheblichen Unterschiede. Rumpf macht schließlich auch den Versuch, zu zahlenmäßigen Angaben über die Ionisation in Geisslerröhren zu gelangen und aus den in der Literatur vorfindlichen Zahlen die Halbwertszeit der Ionisation zu bestimmen. Im Gebiete der besten Leistungsfähigkeit nähert sich bei niedrigen Drucken der Sättigungsstrom im Mittel der Größe 4·2 Mikroampere, woraus folgt, daß unabhängig vom Drucke $6{\cdot}10^{13}$ Ionen im cm³ Gas vorhanden sind. Für bestimmte Verhältnisse berechnen Stark $2{\cdot}69\,.\,10^{12}$ und Seliger $3{\cdot}5\,.\,10^{11}$ Ionen im cm³, während Rumpf für die gleichen Verhältnisse zur Zahl $8{\cdot}9\,.\,10^{14}$ gelangt. Die Halbwertszeiten betragen nach Stark $3\,.\,10^{-3}$ s und nach Seliger $0{\cdot}4\,.\,10^{-3}$ s, in Übereinstimmung mit früheren Bestimmungen von Riecke. Zu wesentlich anderen Zahlen kommt Townsend. Nach ihm ist die Ionendichte $1{\cdot}5\,.\,10^{8}$ Ionen im cm³, wofür Rumpf unter den gleichen Verhältnissen $4{\cdot}6\,.\,10^{14}$ findet. Man sieht, daß die Annahmen Rumpfs unter verschiedenen Verhältnissen gut übereinstimmen. Die Halbwertszeit wäre nach Townsend $0{\cdot}3\,.\,10^{-6}$ s. Rumpf macht selbst keine Angabe über die Halbwertszeit und weist lediglich darauf hin, daß genauere Angaben über die Halbwertszeit nur dann zu erreichen wären, wenn alle zur Berechnung nötigen Zahlen an ein und derselben Stelle des Geisslerrohres beobachtet würden. (Ann. d. Phys. 53, 373, 1917.)

Wirtschaftliches.

Wasserwirtschaftsfragen. Dr. Heinrich Schreiber bespricht in einer Abhandlung Kraft und Beständigkeit des Wasserrechtskonsenses eine Frage, die umso interessanter ist, als sie verschiedentlich Analogien zu den im Entwurfe eines Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft eingeführten Gebilde der elektrizitätsrechtlichen Konzession aufzeigt. Auch die wasserrechtliche Konzession ist eine Art bittweisen Rechtes, abhängig von dem behördlichen Ermessen und in der Ausübung eingeschränkt durch gewisse Grenzen, die teils das Gesetz straff zieht, teils in die behördliche Macht gelegt hat. Einen subjektiven Rechtsanspruch statuiert aber das Wassergesetz nicht, was hier besonders

Digitized by Google

verständlich ist, weil es sich um die Verfügung eines eminent unentbehrlichen öffentlichen Gutes, wie es das Wasser und seine Nutzung ist, handelt. Allein selbst die Konzession schafft keinen festen unwandelbaren Boden; er schwankt, weil es die Verleihungsbehörde in der Gewalt hat, die Konzession und die Konsensbedingungen einseitig zu ändern und solche von der ursprünglichen Bewilligung abweichende Verfügungen zu treffen, besonders dann, wenn es die Prävention gegen Schäden und Rechtsverletzungen verlangt. Rechtskraft und Rechtsbeständigkeit fallen daher bei der Wasserkonzession nicht dauernd zusammen, da diese letztere, wie der Artikel bildhaft sich ausdrückt, unter Umständen als Spielball den Geschehnissen nachzuhüpfen hat.

In einer zweiten Arbeit „Die Öffentlichkeitserklärung von Gewässern" hellt der Verfasser Wesen und Zweck der behördlichen Maßnahme auf, die sich dahin erstreckt, privates Gewässer, wenn es die öffentlichen Rücksichten empfehlen, zu einem öffentlichen Gute zu erklären, das private Eigentum sohin aufzuheben und es für den öffentlichen Zweck zu verstaatlichen bezw. nach Maßgabe der Landesgesetze zu verländern. Von solcher Öffentlichkeitserklärung ist die Institution der „Reservierung von Wasserkräften" für den staatlichen Bedarf zu sondern, deren Bedenklichkeit angedeutet und damit zerstreut wird, daß diese bisher betätigte Politik fallen gelassen und ihre Zulässigkeit im endgültigen Texte der Wasserrechtsvorlage ausdrücklich negiert werden soll. Auch in Ansehung der Öffentlichkeitserklärung besteht für den privaten Wasserbesitz kein rechtlicher Anspruch und das Bemühen der beteiligten Kreise, mindestens ein Provokationsrecht zu erlangen, damit der Privateigentümer bei Zeiten Klarheit über die Behandlung seiner Gewässerstrecke eintauschen kann, ist bei der Redaktion der Gesetzesreform unerfüllt geblieben. (Die Wasserwirtschaft, 1918, Nr. 8 u. 10.)

Chronik.

Normalisierungen im Maschinenbau. Über dieses Thema hat der Professor der deutschen technischen Hochschule in Prag, Ing. O. Hlouschek im Österreichischen Verband Deutscher Ingenieure einen Vortrag gehalten, an den sich eine eingehende, von Vertretern der Behörden, der Hochschulen und der Industrie abgeführte Diskussion anschloß.

Der Vortragende weist auf die Schwierigkeiten hin, mit denen die österreichische Industrie nach Eintritt normaler Verhältnisse wird zu kämpfen haben, denn einerseits wird die im Krieg mächtig gewordene Industrie der neutralen Staaten mehr als früher als Wettbewerberin auftreten, andererseits wird die ungeheure deutsche Industrie, die nicht gleich nach dem Krieg wird nach Übersee exportieren können, ihr Absatzgebiet in Österreich und im nahen Osten suchen. Will die österreichische Industrie den Wettbewerb bestehen, so muß sie trachten, ihre Erzeugnisse zu vereinfachen und zu verbilligen; ein Mittel dazu bildet die Spezialisierung, der jedoch die Normalisierung vorausgehen muß.

Von der Einführung des metrischen Maß- und Gewichtssystems (1795—1799) und der Aufstellung des Withworthschen Gewindesystems (1840), diesen beiden Vorläufern der Normalisierung, ausgehend, gibt der Vortragende einen kurzen historischen Überblick über die Frage. Er erinnert an die deutschen Normalien für Profileisen (1881), an die zur Prüfung von Dampfkesselmaterial aufgestellten „Grundsätze" (1881, 1891), die Normalien für Gußeisenröhren (1882) und für Dampfrohrleitungen (1900), Arbeiten, die sämtliche in der jüngsten Vergangenheit vom Verein Deutscher Ingenieure ihren Ausgang genommen haben und die nunmehr ihre weitere Ausgestaltung auf das Gebiet des Maschinenbaues finden. Dabei sollen außer der Normalisierung ganzer Maschinen vor allem die Einzelnteile, wie Schrauben, Muttern, Stifte, Keile, Schlüssel, Handhebel, Handräder, Stellringe, Zahnräder, Transmissionsteile, Rohrleitungsteile, Armaturen usw. normalisiert werden. Die dadurch erzielten Vorteile sind mannigfaltig. Der Fabrikationspreis wird bei Verbesserung des Fabrikates herabgesetzt, die Liefertermine können leichter eingehalten werden, selten benutzte Werkzeugmaschinen können als überflüssig aus den Werkstätten entfernt werden und die Betriebsleitung sowie die Arbeiter ersparen sich eine Unmenge Arbeit, so daß sie sich ihrer eigentlichen Aufgabe mit ungeteilter Aufmerksamkeit zuwenden können. Derartige Normalien, zu Tabellen zusammengestellt, sind in Deutschland von der Firma Ludwig Loewe und von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Buchform ausgegeben worden. Diese und noch andere Firmen beschäftigen sich mit der Herstellung solcher Normalteile als Handelsware. Das vor Jahresfrist von der deutschen Heeresverwaltung gegründete kgl. Fabrikationsbureau in Spandau hat den Normalisierungsbestrebungen einen neuen Anstoß gegeben. Dieser Stelle ist die Überprüfung des ganzen Heeresgerätes übertragen worden. Die Arbeiten erstrecken sich auf die Normalisierung der Werkstoffe, Schaffung einheitlicher Normen für die Bearbeitung, Vereinheitlichung des Meßwesens und der Abnahme, Verwendung einheitlicher Werkzeuge, Vereinheitlichung der Grundelemente und der organisatorischen Maßnahmen. Die Leistungen des Fabrikationsbureau für das deutsche Heer werden auch allgemein als ganz außerordentlich wertvolle bezeichnet. Eine ähnliche Zentralstelle ist auch im Kriegsministerium in Wien angeregt worden.

Das Fabrikationsbureau in Spandau und der Verein Deutscher Ingenieure haben sich nun in dem Normenausschuß der deutschen Industrie zu gemeinsamer Arbeit auf dem Gebiete der Normalisierung zusammengetan. Was dem Normenausschuß dabei vorschwebte, bringt der Geschäftsbericht des Vereines Deutscher Ingenieure klar zum Ausdruck. Er stellt die Normalisierung zu den Aufgaben hin, deren Lösung die deutsche Industrie für die Zukunft wettbewerbfähig erhalten kann. Die Forderung, die Selbstkosten trotz steigender Löhne und Materialkosten herabzusetzen und gleichzeitig die Genauigkeit und Güte der Erzeugnisse zu erhöhen, zwingt zur wirtschaftlichen Massenherstellung, für welche die Vereinheitlichung unbedingte Voraussetzung ist. Diese soll sich zunächst auf die Elemente erstrecken, die allen Konstruktionen zum Aufbau dienen, was zur Vereinfachung der Werkzeuge und deren leichteren Beschaffung und Verhaltung dient. Dadurch werden große Industriezweige entlastet und in den Stand gesetzt, zu Massenfertigung überzugehen und dabei schneller, besser und billiger zu arbeiten. Auf der Vereinheitlichung der Elemente hat sich dann die der Gruppen und endlich die der Fertigwaren (Typen) aufzubauen. Als Grundsatz wurde für die Arbeiten aufgestellt: Bestehendes soll soweit als möglich berücksichtigt werden und durch laufende Revisionen soll dafür gesorgt werden, daß die Normalien nicht erstarren, sondern mit der Entwicklung der Technik fortschreiten. Es wurden somit einzelne Arbeitsausschüsse gebildet, die bisher nur fünf Normenblätter herausgegeben haben. Die ersten drei Normenblätter betreffen Kegelstifte, ihre Durchmesser und Gewichte. Die Industrie hat sich für den Konus 1/50 entschieden und die Länge der Stifte sowie den Durchmesser festgelegt, dadurch wurde die Zahl der Reibahlen und Bohrer auf einen Bruchteil eingeschränkt. Die Norm 4 zeigt die Normalgrößen der Normalblätter, die Norm 5 die Blattgröße der technischen Zeichnungen. Hiefür wurden die Maße 1000 × 1400 usw. bis 87 × 125 angesetzt, so daß jedes folgende Format stets die Hälfte des vorgegangenen beträgt; das Verhältnis 7:10 entspricht dem von W. Ostwald aufgestellten „Weltformat".

Über die Arbeiten der einzelnen Arbeitsausschüsse berichtet der Vortragende das Folgende:

Der Ausschuß für Gewinde hat beschlossen, das Withworth-Gewinde beizubehalten, einheitlich zu gestalten und daneben ein einziges metrisches System, das System International (S. I.-Gewinde), aufzustellen. Das Withworth-Gewinde wurde auf 27 Normen beschränkt, das S. I.-Gewinde auf 49 erweitert, zusammen also 76 Gewindearten, was gegenüber der gegenwärtigen Praxis, die mit einer großen Anzahl verschiedener Systeme und von diesen wieder mit 20 bis 40 Arten arbeitet, eine Ersparnis an Werkzeugen mit sich bringt.

Der Ausschuß für Herstellungsfragen unterscheidet vier Bearbeitungsgrade: Roh; Grob durch Schruppen, Drehen, Hobeln, Fräsen, Stanzen; Geschlichtet durch Schleifen, Fräsen, beim Drehen, Hobeln nach Behandeln mit Schlichtfeile und Schmirgeln; Fein durch Feinziehen, Reiben, Schleifen, Schaben. Vorschriften für die Bearbeitung werden herausgegeben werden.

Der Ausschuß für Keile schlägt bestimmte Keilquerschnitte vor, der für Lagerbüchsen nimmt eine genaue Dimensionierung vor, so daß Lagerbüchsen aus präzisionsgezogenen Röhren durch einfaches Abstechen ohne Nacharbeit hergestellt werden können.

Von größter Bedeutung sind die in engster Fühlung mit dem deutschen Materialprüfungsverband ausgeführten Arbeiten des Ausschusses für Werkstofffragen auf dem Gebiete der Vereinheitlichung für Eisen und Stahl. Es ist beabsichtigt, die Liefervorschriften zu vereinheitlichen, die Prüfungsverfahren, ihren Umfang, die Art der Probenahme, die Bedingungen für die Zurückweisung festzulegen, ferner die Beziehungen zwischen dem Überprüfungsverfahren und dem Verwendungszweck aufzudecken, Zulassungsbedingungen für Prüfmaschinen aufzustellen und endlich einheitliche Benennungen für alle Eisen- und Stahlsorten einzuführen.

Der Ausschuß für Passungen beabsichtigt außer der Feinpassung eine Schlichtpassung einzuführen für Stücke, die nicht geschliffen, sondern nur gedreht und nachgeschlichtet werden und eine Grobpassung, wenn nur glatt gedreht und gehobelt wird. Nieten, Zahnräder, Transmissionen werden in besonderen Ausschüssen einer Normalisierung unterworfen.

Der Ausschuß für Werkzeuge, der stets dort eingreift, wo die Vereinheitlichung eines Maschinenteiles eine Rückwirkung auf die Werkzeuge ausübt, hat die Normen für Werkzeug-Vierkante und Schlüsselweiten fertiggestellt, Normen für Gewinde-

Digitized by Google

bohrer, Fräser, Schleifscheiben, Gewindelehren, Senker, Reibahlen usw. befinden sich in Ausarbeitung.

Der Normenausschuß erwägt die Aufstellung von Normalprofilen für das Auswalzen von Schnellstählen, die Vereinheitlichung von Fräsern für Granatenherstellung, die Vereinheitlichung im Eisenbau ist angeregt, ebenso die für Bestandteile von Möbeln und Ausstattungen von Kleinwohnungen.

Bemerkenswert ist es, daß man in Amerika und England schon vor längerer Zeit die Normalisierung in richtige Wege geleitet hat. In Amerika wurde schon 1901 durch Schaffung einer Abteilung des Handelsministeriums als Normenamt die Grundlagen zur Normalisierung gelegt, die jetzt im Krieg durch das dem Präsidenten direkt unterstellte Munitions-Normenamt ergänzt wurden; Zusammenfassung und Verwendung aller Hilfsquellen des Landes sowie Normalisierung und Toleranzierung der Kriegs- und Friedenserzeugung ist die nächste Aufgabe dieses Amtes, das in seinen Befugnissen demnach über die des Fabrikationsbüreaus hinausgeht. Auch in England wurde bereits 1902 ein Normenausschuß mit staatlicher Unterstützung in finanzieller und politischer Hinsicht gegründet, bei dem im Jahre 1911 schon 321 Personen tätig waren.

Der Vortragende empfiehlt für Österreich die Schaffung einer amtlichen Stelle nach dem Muster Amerikas und Englands, in welcher die Vertreter aller Behörden, Verbände der Großindustrie, der Hochschulen vereinigt sind, wodurch es möglich sein wird, eine Einigung zu erzielen und den aufzustellenden Normen allgemeine Geltung zu verschaffen.

In der an den Vortrag sich anschließenden Diskussion wird von Hofrat Hochenegg, unter Hinweis auf die Tätigkeit des Regulativ-Komitees des Elektrotechnischen Vereines in Wien, empfohlen, in Österreich mit den Normalisierungen unbedingt einheitlich mit Deutschland vorzugehen, das was in Deutschland bereits gemacht worden ist, schlankweg anzunehmen und aus dem künftigen Arbeiten eine passende Auswahl zu treffen. Der Vorteil dieser Vorgangsweise besteht darin, doppelte Arbeit zu vermeiden und eine Teilung der Arbeit insoferne eintreten zu lassen, daß man gewisse, in Österreich besonders gepflegte Gebiete hier behandelt und das Material dafür liefert, worauf man sich über die Normen verständigen kann, während andererseits auf den besonders in Deutschland gepflegten Gebieten die deutschen Normen aufzustellen sind. Im Ministerium für öffentliche Arbeiten wäre eine Stelle zu schaffen, die eine Verbindung mit dem deutschen Normenausschuß herzustellen und sich mit der Industrie wegen Durchführung der Normen ins Einvernehmen zu setzen hat. Eine allgemeine Verbreitung könnten die Normen teils durch amtliche Verlautbarung, teils durch die technischen Kalender finden. Diese Anregung wird von der Mehrzahl der Versammlungsteilnehmer unterstützt. Von Seiten der Großindustrie wird unter Hinweis auf die schwierige Lage, in die die österreichische Industrie nach dem Kriege durch die hohen Steuern, die hohen Gehalte und Löhne und die geringe staatliche Unterstützung gelangen wird, wohl auch der Zusammenarbeit mit Deutschland in der Frage der Normalisierung das Wort geredet, jedoch vorgeschlagen, nicht alles unbedingt anzunehmen und dadurch der deutschen Industrie die Konkurrenz mit der österreichischen im Inland und Ausland zu erleichtern, sondern die Normalien den österreichischen Verhältnissen anzupassen und dadurch eine billigere Fabrikation, mithin gesteigerten Export zu erreichen.

Die bei der Diskussion zutage getretenen Anschauungen schließt der Vorsitzende, Hofrat Erhard, zu folgender Resolution zusammen: „Die Versammlung begrüßt die Gemeinschaftsarbeit mit dem Normenausschuß der deutschen Industrie und empfiehlt dem Ministerium für öffentliche Arbeiten, im Einvernehmen mit den übrigen in Betracht kommenden Zentralstellen die Errichtung eines Technischen Normenamtes, dem ein Arbeitsausschuß, bestehend aus sachkundigen Vertretern von fachlichen Verbänden und Vereinen sowie von Industriefirmen anzugliedern ist." Diese Resolution wurde von der Versammlung fast einstimmig angenommen.

Sektionschef Franz vom Ministerium für öffentliche Arbeiten verspricht, den Beschlußantrag an maßgebender Stelle wärmstens zu befürworten und versichert, daß die Behörden den Einheitlichkeitsbestrebungen auf allen technischen Gebieten sympathisch gegenüberstehen.

Literatur-Bericht.

Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler. Für Betriebsleiter von Elektrizitätswerken, Zählertechniker und Studierende. Von Dr.-Ing. J. A. Möllinger, Direktor in der Abteilung Zählerbau der Siemens-Schuckert-Werke. Mit 87 Textfiguren. Berlin 1917. Verlag von Julius Springer.

Das mit Ende des Jahres 1917 erschienene Werk soll die Möglichkeit geben, sich mit der Wirkungsweise der Motorzähler und Meßwandler vertraut zu machen. Dieses Ziel, welches sich der Verfasser gesteckt hat, wird vollkommen erreicht; das vortreffliche Werk befriedigt in jeder Hinsicht voll und ganz.

Sein Inhalt umfaßt keine konstruktiven Details und Ausführungsformen der verschiedenen Zählerarten und der einzelnen Firmen, sondern erstreckt sich lediglich auf die Wirkungsweise der Apparate. Wo eine Anlehnung an konstruktive Ausführungen erforderlich war, wurden die Modelle der Siemens-Schuckert-Werke benutzt, es geschah dies aber nur, insoweit es sich um allen Zählerformen gemeinsame Vorgänge handelt.

Der genannte Stoff ist übersichtlich in elf Abschnitte gegliedert, wovon jener, der die dynamometrischen Wattstundenzähler behandelt, am umfangreichsten ist, weil hier die Grundbegriffe und die allen Zählern gemeinsamen Vorgänge besprochen sind. Dem Abschnitte über die Induktionszähler und Meßwandler ist eine Behandlung der Grundlagen der Wechselstromtechnik vorausgeschickt.

Dem Leser wird in dem Buche die Möglichkeit geboten, alle vorkommenden Erscheinungen bei den Elektrizitätszählern kennen und verstehen zu lernen, welche die richtige Wirkungsweise bedingen oder bestimmte Fehler verursachen.

Der Stoff ist sorgfältig bearbeitet, der Text mit vortrefflichen Zeichnungen und Diagrammen versehen, so daß das Werk allen, die für den Gegenstand ein Interesse haben, auf das wärmste empfohlen werden kann. *S. K.*

Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. Herausgegeben von Dr. Freiherrn v. Röll, Sektionschef im k. k. österreichischen Eisenbahnministerium a. D.; zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. 8. Band (Personentunnel — Schynige Platte-Bahn). Verlag von Urban & Schwarzenberg. Berlin und Wien 1917.

Von dem in dieser Zeitschrift schon gelegentlich des Erscheinens der vorhergehenden Bände eingehend gewürdigten Werke*) liegt nun der 8. Band vor, der die bekannten Vorzüge der Röllschen Enzyklopädie aufweist. Es erscheint überflüssig, dem in den weitesten Fachkreisen rühmlichst bekannten Werke neuerdings Empfehlungen mit auf den Weg zu geben. *— s.*

Einführung in die Mechanik mit einfachen Beispielen aus der Flugtechnik. Von Dr. Theodor Pöschl, o. ö. Professor an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag, derzeit Oberleutnant im k. u. k. Heere. Mit 102 Textabbildungen. Berlin 1917, Verlag von Julius Springer (Preis geh. Mk. 5·60.)

Das vorliegende Werkchen ist aus Vorträgen über elementare Mechanik hervorgegangen, die der Verfasser in einem Kurs am k. u. k. Fliegerarsenal in Wien gehalten hat, und verfolgt den Zweck, die wichtigsten Grundlehren der Mechanik in möglichst kurzer und elementarer Fassung vorzuführen und den Leser so für Spezialkurse vorzubereiten. Dieser Zweck steckt in bezug auf die Stoffwahl und Darstellungsart enge Grenzen, die, zweifellos zum Vorteile des Buches, strenge eingehalten werden. Obwohl die Beispiele einem ganz speziellen Anwendungsgebiet der Mechanik, der Flugtechnik, entnommen sind, ist ihre Behandlung, insbesondere durch die auf die Zahlenrechnung verwendete Sorgfalt, doch eine solche, daß jeder, der sich mit den Elementen der Mechanik von einem vorwiegend praktischen Standpunkte aus bekannt machen will, das Buch mit Erfolg benutzen wird. Wer jedoch von vornherein die Absicht hat, sich in den theoretischen Disziplinen des Flugwesens weiterzubilden, wird in dem Pöschlschen Buche bald einen ganz vorzüglichen Lernbehelf erkennen, und es ist in der Tat erstaunlich, wieviele von den ungezählten, in den verschiedenen Bestandteilen eines Flugzeuges sich darbietenden mechanischen Problemen der Verfasser in den immerhin bescheidenen Umfang seines Werkes aufzunehmen vermochte. *Dr. G. Dimmer.*

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 172.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

(Fortsetzung von Heft 21, Seite 248.)

Transformatoren.

Gegenstand einer Erfindung der Meirowsky & Co. A.-G. in Porz a. Rhein ist ein Deckel für Ölkessel von Transformatoren. Dieser Deckel stellt einen plattenförmigen Kondensator von bestimmter Kapazität dar. Durch ihn wird eine geregelte Spannungsverteilung in radialer Richtung erzielt und damit Glimmentladungen am metallischen Durchführungskörper und Überschläge in radialer Richtung vermieden. Die Belege *a* und *b* des Kondensators (Abb. 19) liegen innerhalb des Deckels *f* aus Isolierstoff. Sie bestehen aus zwei metallischen Ringen, von denen der eine *a* innen herausgeführt ist und mit dem Hochspannungsleiter durch den Führungsring *d* und die Befestigungsschrauben *y* in leitender Verbindung steht, während der andere *b* durch die Verschluß-

Digitized by Google

schrauben x außen eine Verbindung mit dem Kessel c bekommt. Der Abstand der beiden Beläge wird so groß gewählt, daß die Spannung ohne Gefahr des Durchschlages überwunden werden kann. Wenn das Isolationsmaterial ein geschichtetes, also aus einzelnen Lagen von Isolierstoff zusammengesetzes, ist, dann besteht noch der Vorteil, daß die Spannung jetzt senkrecht zu den Schichten angelegt ist, und nicht längs derselben, wie es sein würde, wenn der Deckel ohne diese metallischen Einlagen arbeiten sollte. Nach der Größe der metallischen Beläge richtet sich selbstverständlich auch die Kapazität. (Ö. P. Nr. 72 202.)

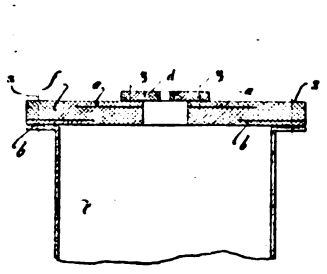


Abb. 19.

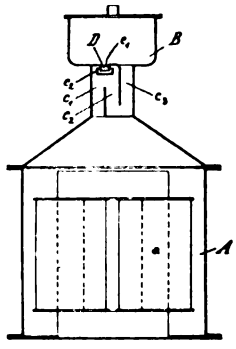


Abb. 20.

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin geben einen Gasabscheider für einen Öltransformator an. In Abb. 20 bedeutet A den Behälter für den Transformator a und B ein Ölausdehnungsgefäß, das durch eine ölgefüllte, syphonartige Leitung mit dem Innern des Behälters A in Verbindung steht. Am oberen Ende des Leitungsteiles c_1 ist der Gasabzugweg D angeordnet. Die Sperrung und Öffnung dieses Gasabzugweges wird durch einen über den Leitungsteilen c_1, c_2 angeordneten Schwimmer bewirkt.

(D. R. P. Nr. 289 729.)

Ein anderer Gasabscheider der eben genannten Firma hat den durch Abb. 21 veranschaulichten Aufbau. g ist das Ölgefäß, k das Ausdehnungsgefäß und r das Verbindungsrohr. An der höchsten Stelle des Deckels d des Ölgefäßes ist das Entlüftungsgefäß f aufgesetzt, dessen Deckel mit c bezeichnet ist. Das Steigrohr st besitzt in der Nähe des Deckels c Öffnungen o. Die Scheidewand s teilt den Innenraum des Gefäßes f in zwei Abteilungen. e sind Ausschnitte, die zur Verbindung der beiden Räume dienen. Die Ausschnitte u in der Scheidewand vermitteln

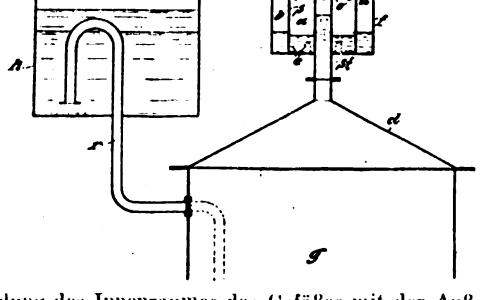


Abb. 21.

die Verbindung des Innenraumes des Gefäßes mit der Außenluft. f ist bis über die Ausschnitte e mit Öl gefüllt. Die gestrichelten Linien zeigen den Stand der Flüssigkeiten im Ausdehnungs- und Entlüftungsgefäß für den Fall, daß das Öl im Ölgefäß nicht erwärmt ist, während die vollen Linien den Stand der Flüssigkeiten bei Erwärmung des Öles darstellen. Dehnt sich das Öl im Ölgefäß aus, so steigt das Öl in k und st. Auch die Spiegelhöhen des Flüssigkeitssackes in a und b ändern sich, aber nur wenig. Das in g gebildete Gas tritt in a über und entweicht durch die Öffnungen e in den Raum b, ohne große Druckhöhen überwinden zu müssen. Durch u strömt die Luft nach außen ab.

(D. R. P. Nr. 301 027.)

Ein weiteres Ausdehnungsgefäß der vorhin angeführten Firma veranschaulicht die Abb. 22. t ist der Transformatorkessel, a der Ausdehnungsraum für das Transformatoröl, b und c ein U-förmiges Hilfsgefäß. g ist ein Gasvolumen zwischen a und b. Bei abwechselnder Erwärmung und Abkühlung des Transformatoröles steigen und fallen die Ölspiegel in den Gefäßen a und b in entgegengesetzter Richtung und nur der Ölspiegel c kommt mit der Außenluft in Berührung. Durch genügend hohes Auffüllen des Ölspiegels in c kann man den Transformatorinhalt unter mäßigen Druck setzen, wodurch der Eintritt von Luft durch Undichtigkeiten des Kessels verhindert wird. (D. R. P. Nr. 301 173.)

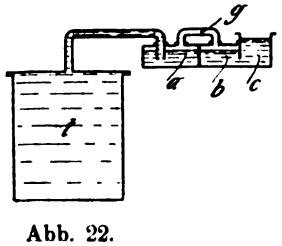


Abb. 22.

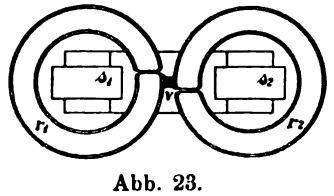


Abb. 23.

Gegenstand einer Erfindung von Sebastian Ziani de Ferranti in Baslow (Derby) und Ferranti Limited in Hollinwood (Lancaster) bildet ein Transformator, der den Kraftäußerungen an den Windungen gut widersteht, die bei einem Kurzschluß auftreten. Die dickdrähtigen Windungen umgeben unmittelbar den Kern. Die darüber angeordneten dünndrähtigen Windungen zerfallen in zwei Gruppen, zwischen denen Federn angeordnet sind, die diese Gruppen gegen die Joche pressen. (Schw. P. Nr. 75 501.)

Eine Einrichtung zum Schutze von Transformatorspulen gegen Überspannung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) besteht in folgendem. Die Säulen s_1, s_2 (Abb. 23) sind von den Hochspannungswicklungen umgeben. Die letzte Windung der Wicklung jeder Säule ist an einen mit den Spulen konzentrisch angeordneten leitenden Ring r_1 bezw. r_2 von verhältnismäßig großer Oberfläche angeschlossen. Die beiden Ringe sind durch ein kurzes, leitendes Verbindungsstück v von ebenfalls verhältnismäßig großer Oberfläche verbunden, zu dessen beiden Seiten sich die Schlitze der Ringe befinden, so daß diese mit der Verbindung v zusammen ein etwa S-förmiges Stück bilden.

(D. R. P. Nr. 297 433.)

Von der Adolf Pfretzschner G. m. b. H. in Pasing wird eine Primärspule für Schweißtransformatoren aus Ersatzmetall angegeben. Es wird ein Zinkzylinder gegossen und dieser sodann nach Schraubengängen aufgestochen, und zwar so, daß der Querschnitt der Spule dem erforderlichen Querschnitt entspricht. Um die Spule zu stützen wird der Zinkzylinder auf einen Eisenzylinder aufgegossen oder auch nur aufgeschrumpft. Man kann den Zinkzylinder auch außen mit einem Eisenzylinder umgeben. Schließlich kann man, wenn die Gefahr besteht, daß die Temperatur im Dauerbetrieb zu hoch wird, die ganze Spule in ein widerstandsfähiges Material einbetten, wie zum Beispiel Schamotte.

(D. R. P. Nr. 295 188.)

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen. Herausgabe eines 10. Anhanges.

Im 6. Anhang der „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" (Aluminium als Leitungsmaterial ist vorgeschrieben, daß der Widerstand eines Aluminiumdrahtes von 1 mm² Querschnitt und 1000 m Länge bei 15° C nicht mehr als 29 Ω betragen soll.

Die österreichischen Kabel- und Leitungsmaterialfabriken haben nun festgestellt, daß der angegebene Wert bei dem derzeit marktgängigen Aluminium nicht allgemein erreicht werden kann und eine Hinaufsetzung des im 6. Anhang vorgeschriebenen Widerstandes beantragt.

Das Regulativkomitee (Obmann Herr Hofrat Prof. K. Hochenegg) hat beschlossen, den derzeit bestehenden Verhältnissen in der Weise Rechnung zu tragen, daß Aluminium mit geringerer als der vorgeschriebenen Leitfähigkeit (mit höchstens 31 Ω Widerstand) als Leitungsmaterial auf Kriegsdauer und eine angemessene Zeit nachher zuzulassen ist. Diese Ausnahmsbestimmung wurde in einem Anhang zu den „Sicherheitsvorschriften" festgelegt.

Nachfolgend gelangt dieser (10.) Anhang im Sinne der von der ordentlichen Generalversammlung im Jahre 1915 der Vereinsleitung erteilten Ermächtigung — die durch die Kriegsverhältnisse notwendig werdenden Ergänzungen und Abänderungen der „Sicherheitsvorschriften" im eigenen Wirkungskreis herauszugeben — zur Veröffentlichung; um die behördliche Anerkennung des neuen Anhanges wurde angesucht. Die Vereinsleitung.

10. Anhang

betreffend die Verwendung von Aluminium minderer Leitfähigkeit als Leitungsmaterial.

Da die Beschaffung von Aluminium mit der im 6. Anhang der „Sicherheitsvorschriften" geforderten hohen Leitfähigkeit derzeit auf Schwierigkeiten stößt, kann für die Dauer des Krieges und einige Zeit nachher bis auf Widerruf auch Aluminium von minderer Leitfähigkeit angewendet werden, jedoch soll der Leitungswiderstand eines Drahtes von 1 mm² Querschnitt und 1000 m Länge bei 15° C nicht mehr als 31 Ω aufweisen und das Aluminium als solches von minderer Leitfähigkeit bezeichnet werden.

Personalnachricht.

Der Kaiser hat mit Handschreiben vom 13. Mai d. J. dem Präsidenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, ordentlichen Universitätsprofessor i. R. Hofrat Dr. V. Edler von Lang die Würde eines Geheimen Rates verliehen.

Exzellenz von Lang war in den Jahren 1901 bis 1902 Präsident des Elektrotechnischen Vereines und wurde anläßlich des Vereinsjubiläums im Jahre 1913 zum Ehrenmitglied ernannt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
9. Juni 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 23.
36. Jahrgang.

INHALT:

Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hülfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken. Von J. Teichmüller 261

Wasserkraftausnutzung und Reichskraftnetz. Von Dr. Ing W v. Winkler . . . 266
Rundschau . . . 270
Literatur-Bericht . . . 271

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues . . . 272
Berichtigung . . . 272

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hülfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken.

Von J. Teichmüller, Karlsruhe.

I. Wesen und Theorie der Raumwinkel- und Lichtstromkugel.

Zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke von Flächen kann man die „Punktbeleuchtungsformel"

$$E = \frac{J}{r^2} \cdot \cos i$$

oder die „Flächenbeleuchtungsformel"

$$E = \frac{\Phi}{F}$$

benutzen. Hierin bedeuten

J die Lichtstärke der Lampe in Richtung auf den betrachteten Punkt,
i den Einfallswinkel des Lichtstrahles,
r den Abstand der Lichtquelle von dem betrachteten Punkte,
F die beleuchtete Fläche,
Φ den auf diese Fläche auftreffenden Lichtstrom,
E in der ersten Formel: die Beleuchtungsstärke des betrachteten Punktes, in der zweiten Formel: die mittlere Beleuchtungsstärke der zu beleuchtenden Fläche.

Beide Formeln haben ihre Vorzüge und ihre Nachteile und zwar teilweise an und für sich — zum Beispiel ist die Flächenbeleuchtungsformel anschaulicher als die Punktbeleuchtungsformel —, in der Hauptsache aber erst mit Rücksicht auf die Anwendung der Formeln. So wird offenbar die Punktbeleuchtungsformel da den Vorzug verdienen, wo die Beleuchtungsstärke an einer bestimmten Stelle auf einer gegebenen Fläche berechnet werden soll, während die Flächenbeleuchtungsformel augenscheinlich für die Berechnung der mittleren Beleuchtungsstärke von Flächen weitaus bequemer ist als die andere. In der Tat ist die erstere hiefür sehr umständlich, denn man muß dazu die zu beleuchtende Fläche in eine größere Anzahl gleicher Teile teilen, die Abstände r der Mittelpunkte dieser Teile von der Lichtquelle abmessen, ihre Werte quadrieren; die Lichtstärke J in der Richtung auf diese Mittelpunkte der Lichtverteilungskurve entnehmen, die Einfallswinkel i bestimmen und ihre Cosinus aufsuchen; daraus ist endlich die Beleuchtungsstärke der Mittelpunkte aus der Formel zu berechnen und schließlich der Mittelwert dieser Beleuchtungsstärken als der gesuchte Mittelwert für die ganze Fläche zu bilden.

Die Flächenbeleuchtungsformel bietet ein offenbar viel einfacheres Mittel zur Berechnung mittlerer Beleuchtungsstärken dar. Und da es sich in der Praxis viel weniger um die Bestimmung von Punktbeleuchtungen als um die Bestimmung mittlerer Flächenbeleuchtungen handelt, so müßte man annehmen, daß diese Flächenbeleuchtungsformel sehr viel benutzt würde. Tatsächlich ist das aber nicht der Fall. Meines Wissens ist es in methodischer Form nur von Bloch geschehen, der in seinem Buche „Grundzüge der Beleuchtungstechnik"*) auf diese Formel ein Berechnungsverfahren gründet. Wer aber das Verfahren kennt und benutzt hat, wird wissen, weshalb die Flächenbeleuchtungsformel, entgegen der ersten Vermutung, praktisch so wenig angewendet wird; das Verfahren, auch das von Bloch angegebene „vereinfachte Verfahren . . .", ist noch sehr umständlich, und zwar ist es das, weil es schwierig ist, den auf eine bestimmte Fläche F auftreffenden Lichtstrom Φ zu bestimmen. Und der Grund hiefür liegt in der Schwierigkeit, Raumwinkel zu messen, z. B. den, der durch die von der Lichtquelle aus zu den Flächenrändern gezogenen Strahlen gebildet wird.

Man wird sich bei diesen Überlegungen erst klar, wie selten der Raumwinkel ganz allgemein in der Technik gebraucht wird und wie wenig (oder gar nicht) er auch in der Lichttechnik im besonderen, in deren Theorie er verhältnismäßig viel vorkommt, praktisch wirklich verwendet wird. — Es fehlte bisher an einem Geräte, mit dem der Raumwinkel um einen Energie ausstrahlenden Punkt herum gemessen werden könnte**). Um diesem Mangel abzuhelfen, habe ich folgendes Gerät entworfen:

Eine kleine Glühlampe mit Spiralleuchtfaden oder sonst eine Lampe, die einer punktförmigen Lichtquelle möglichst nahe kommt und dabei doch einen beträchtlichen Lichtstrom liefert, ist von einer Glaskugel so umgeben, daß der Leuchtpunkt sich im Mittelpunkte der Kugel befindet. Auf der Oberfläche der Glaskugel, die den vollen Raumwinkel darstellt, ist die Winkelteilung mit undurchsichtigen Strichen aufgezeichnet. Die Kugel ist an einem Gestell in der Weise befestigt, daß sie in eine beliebige Lage zu einer Tischfläche gebracht werden kann, auf der der Plan der zu beleuchtenden Fläche (eines Platzes, einer Straße oder einer Wandfläche) in einem bestimmten Maßstabe aufgezeichnet ist. In demselben Maßstabe ist an der gewünschten Stelle die Lichtquelle über dem Plane anzubringen. Ist die Glühlampe eingeschaltet, so wird die Kugelteilung als Schattenbild auf den Plan geworfen und die Schatten der Teilstriche geben unmittelbar ablesbar den Raumwinkel an, der von der

*) Verlag von Julius Springer, Berlin 1907.

**) Der Raumwinkelmesser von Weber (s. Zeitschr. für Instrumentenkunde, IV. Jahrg. 1884, Seite 348) ist nur bestimmt und geeignet zur angenäherten Messung des Raumwinkels, den eine Licht abstrahlende Fläche mit einem von ihr beleuchteten Punkte bildet.

Digitized by Google

Fläche eingenommen wird. Der Lichtstrom, der auf diese Fläche fällt, ist aus der Lichtverteilungskurve in Verbindung mit der Formel $\Phi = J \cdot \omega$ oder richtiger $\Phi = \Sigma J \cdot \omega$ zu entnehmen, und nun kann die mittlere Beleuchtung aus der Flächenbeleuchtungsformel ohne weiteres berechnet werden.

Es handelt sich jetzt noch darum, eine gute Raumwinkelteilung zu finden. In meinem Aufsatze „Kritische Betrachtungen über die Grundlagen der photometrischen Begriffe und Größen"*) hatte ich verschiedene Raumwinkeleinheiten vorgeschlagen, die mir zum Gebrauche neben der theoretisch gegebenen Einheit (die von der Oberfläche 1 auf einer Kugel mit dem Radius 1 gebildet wird) unter Umständen zweckmäßig zu sein schienen**). Weshalb ich sie für wünschenswert hielt, weshalb ich aber auch die Beibehaltung der theoretischen Einheit des Raumwinkels neben einer etwa zu wählenden neuen Einheit für nötig hielt, habe ich an dem angegebenen Orte gesagt. Natürlich verlangt jede Teilung in andere Einheiten als die theoretische die Einfügung eines Umrechnungsfaktors in die Formeln zwischen Φ und J, so daß aus der üblichen Formel $\Phi = J \cdot \omega$ die Formel

$$\Phi = J \cdot f \cdot \omega$$

würde. Bei der praktischen Anwendung meines Hilfsgerätes hat sich einerseits der Nachteil eines solchen Umrechnungsfaktors doch als recht beträchtlich herausgestellt, andererseits aber ergeben, daß die theoretische Einheit auch für die praktische Kugelteilung gut brauchbar ist, wenn man nur ihren größten Nachteil, nämlich ihre ungeschickte Größe, durch passende Unterteilung beseitigt. Es handelt sich aber gar nicht allein um die Wahl einer Einheit, sondern auch darum, wie, in welcher Gestalt und Lage man diese Einheit rings auf der Kugel am besten anbringen könnte. Die Aufgabe wurde auf folgende Weise gelöst:

Die Oberfläche der ganzen Kugel beträgt $4\pi r^2$; die Raumwinkeleinheit schneidet auf ihr die Fläche von der Größe r^2 heraus. Die Aufgabe ist also zunächst die, die ganze Kugeloberfläche in 4π-Teile zu teilen. Wir wollen grundsätzlich nur durch Breitenkreise und Meridiane teilen. Teilen wir durch Breitenkreise, so haben wir zu beachten, daß die Oberfläche einer von zwei Breitenkreisen begrenzten Kugelzone gleich

$$O = 2 r \pi h$$

ist, wenn h den senkrechten Abstand der durch die Breitenkreise begrenzten ebenen Kreisflächen bedeutet. Die Oberfläche einer Kugelzone soll, nun nach willkürlicher aber zweckmäßiger Festsetzung, 4 Einheiten enthalten. Dann muß sein

$$2 r \pi h = 4 r^2,$$

also

$$h = \frac{2r}{\pi} = \frac{D}{\pi}.$$

Teilen wir nun noch die Kugel durch 4 gleichweit abstehende Meridiane, also durch zwei aufeinander senkrecht stehende Ebenen, so enthält jedes zwischen zwei Breitenkreisen und zwei Meridianen liegende Oberflächenstück der Kugel die theoretische Einheit des Raumwinkels.

Beim Abtragen der durch Rechnung ermittelten Höhe h auf dem Durchmesser beginnen wir am Nadir der Kugel; nach dreimaligem Abtragen bleibt in der Gegend des Zenits ein kleines Oberflächenstück (Kugelhaube) übrig, dessen Höhe gleich $0{\cdot}1416 \cdot D$ und dessen Oberfläche also $0{\cdot}1416 \cdot \pi \cdot D^2$ ist. Dieser irrationale Rest, der sich bei der Teilung ergibt, könnte für manche Zwecke vielleicht ein Nachteil sein, für unseren ist er es nicht; wir müssen in der Kugel ohnehin eine Öffnung lassen, durch die die Glühlampe eingeführt wird, ein Teil der Kugel muß also doch ohne Einteilung bleiben und größer als es für diesen Zweck sein muß, braucht das uneingeteilte Oberflächenstück nicht zu sein.

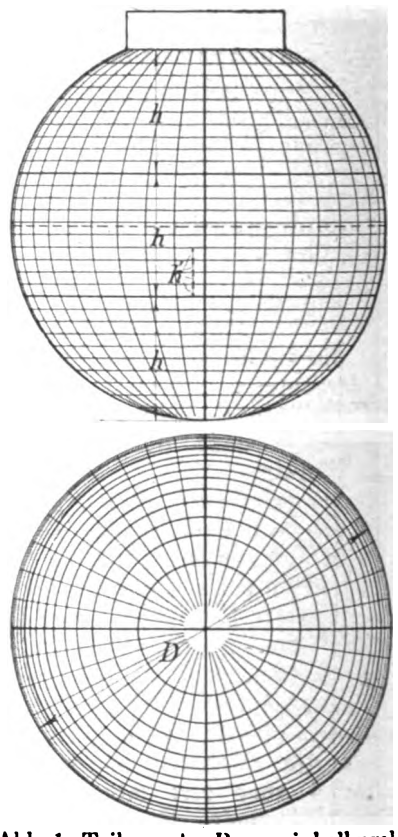


Abb. 1. Teilung der Raumwinkelkugel in Dekaraumgrad.

Diese so verwirklichte theoretische Raumwinkeleinheit wollen wir noch in 100 Teile teilen, indem wir die Oberfläche zwischen je 2 Meridianen durch 9 Meridiane in jedesmal 10 gleiche Teile teilen und zwischen je 2 der bisher gezogenen Breitenkreise noch 9 Breitenkreise zeichnen, deren Höhenabstand $h' = h : 10$ ist. Auf diese Weise ist eine praktisch gut brauchbare Einteilung entstanden; sie ist aus Abb. 1 zu erkennen. Der jetzt gebildete kleinste Raumwinkelteil, also der hundertste Teil der theoretischen Einheit, mag für manche Zwecke noch zu groß sein; es soll deshalb eine weitere Unterteilung in noch einmal 10 Teile angenommen — wenn auch auf unserer Kugel nicht ausgeführt — werden, und die so entstandene kleinste Einheit möge mit dem Namen **Raumgrad**, der ja noch frei ist, bezeichnet werden.

Die neue Raumwinkelteilung ergibt natürlich keine gleichen Ebenwinkelteile in der durch die Kugelachse gehenden Ebene. Wie groß diese Ebenwinkel sind, ergibt sich aus der Forderung gleicher Höhen h', wobei (siehe Abb. 1) für den oberen Grenzwinkel der νten Zone gilt, daß

$$\nu \cdot h' = \frac{D}{2} \cdot (1 - \cos \alpha_\nu).$$

Und da

$$\frac{h'}{D} = \frac{1}{10\pi},$$

so ist

$$\cos \alpha_\nu = 1 - \frac{\nu}{5\pi}.$$

Aus dieser Formel berechnen sich die in Spalte 2 der folgenden Tabelle I zusammengestellten Eben-

*) Siehe „E. T. Z." 1917, Seite 296; siehe insbesondere Seite 310. (Vgl. E. u. M. 1917, Seite 567.)

**) Dabei war ich auch auf eine Teilung gekommen, bei der die Einheit aus einem sphärischen Quadrat gebildet wurde, dessen Seitenlänge der Bogen eines Ebengrades war. Erst nachträglich ist mir bekanntgeworden, daß L. Weber diese Einheit schon früher empfohlen hatte (a. o. angegebenen Orte).

Digitized by Google

winkel als Grenzwinkel der einzelnen Zonen. In der dritten Spalte derselben Tabelle sind unter dem Namen Mittelwinkel die Ebenwinkel verzeichnet, unter denen die für die betreffenden Zonen maßgeblichen mittleren Lichtstärken verlaufen, die also zur Berechnung des diese Zone durchströmenden Lichtstromes der Lichtverteilungskurve zu entnehmen sind; sie sind aus der Formel

$$\cos \alpha_{\nu m} = 1 - \frac{\nu + 0{\cdot}5}{5\,\pi}$$

berechnet*).

Die Angabe der Winkel mit einer Genauigkeit von ± 5″ übersteigt natürlich sehr weit das praktische Bedürfnis. Da es sich hier aber um Angaben von grundlegender Bedeutung handelt, so schien es doch richtig, sie übermäßig genau zu machen; man wird dann in jedem Falle der Anwendung die Winkel mit dem gewünschten Grade der Genauigkeit entnehmen können. Wo 30″ vorkommen, ist eine Abrundung nach unten vorzunehmen, wenn die Zahl 30 nicht unterstrichen ist, eine Abrundung nach oben dagegen bei unterstrichener Zahl.

Man wird diese Ungleichheit der Ebenwinkel auf den ersten Blick wohl für einen Nachteil halten; die Teilung in der Ebene stimmt in der Tat keineswegs mit der üblichen Teilung überein, die praktisch durch die Vorschrift des Verbandes Deutscher Elektrotechniker große Bedeutung gewonnen hat, der Vorschrift nämlich, nach der bei der Aufnahme der Lichtverteilungskurven höchstens um Winkel von 10 zu 10 Grad vorangeschritten wird und die in der Weise besorgt zu werden pflegt, daß man alle Schritte gleich 10° macht. Praktisch ist der Nachteil jedoch von keiner Bedeutung; denn wenn man einmal die Lichtverteilungskurve aufgezeichnet hat, kann man ihr Lichtstärken unter beliebigen Winkeln ohne weiteres entnehmen.

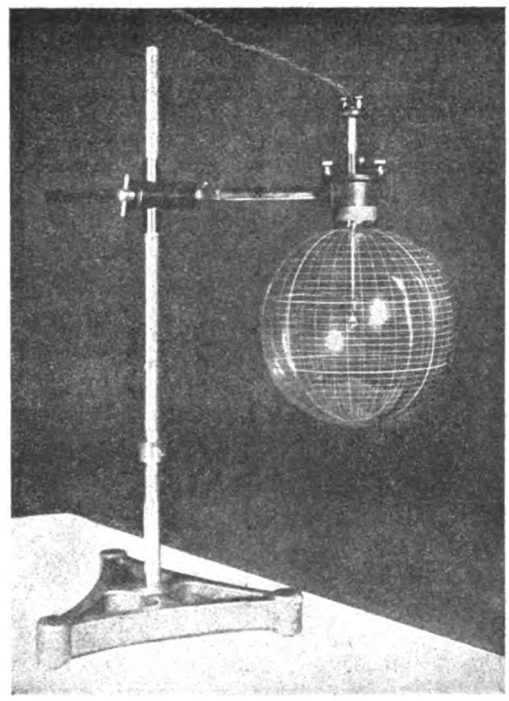


Abb. 2. Das ausgeführte Gerät.

Tabelle I.

Die Grenzwinkel und Mittelwinkel für die einzelnen Zonen der neuen Raumwinkelteilung.

1	2	3	1	2	3
Zone	Grenzwinkel	Mittelwinkel	Zone	Grenzwinkel	Mittelwinkel
	0°			87° 25′ 0″	
I		14° 29′ 40″	XVI		89° 14′ 30″
	20° 33′ 20″			91° 4′ 0″	
II		25° 14′ 30″	XVII		92° 53′ 20″
	29° 13′ 40″			94° 43′ 10″	
III		32° 46′ 10″	XVIII		96° 33′ 0″
	36° 0′ 0″			98° 23′ 30″	
IV		38° 59′ 50″	XIX		100° 14′ 20″
	41° 48′ 40″			102° 5′ 50″	
V		44° 28′ 40″	XX		103° 58′ 10″
	47° 1′ 30″			105° 51′ 30″	
VI		49° 28′ 10″	XXI		107° 45′ 40″
	51° 49′ 40″			109° 41′ 20″	
VII		54° 6′ 40″	XXII		111° 38′ 10″
	56° 20′ 0″			113° 36′ 50″	
VIII		58° 29′ 50″	XXIII		115° 37′ 10″
	60° 36′ 50″			117° 39′ 40″	
IX		62° 41′ 10″	XXIV		119° 44′ 20″
	64° 43′ 10″			121° 51′ 50″	
X		66° 43′ 10″	XXV		124° 2′ 10″
	68° 41′ 30″			126° 16′ 0″	
XI		70° 38′ 10″	XXVI		128° 33′ 50″
	72° 33′ 30″			130° 56′ 10″	
XII		74° 27′ 40″	XXVII		133° 23′ 50″
	76° 20′ 50″			135° 57′ 40″	
XIII		78° 13′ 0″	XXVIII		138° 39′ 10″
	80° 4′ 20″			141° 29′ 40″	
XIV		81° 55′ 10″	XXIX		144° 31′ 30″
	83° 45′ 30″			147° 48′ 0″	
XV		85° 35′ 20″	XXX		151° 24′ 20″
	87° 25′ 0″			155° 29′ 10″	

Wir sehen, daß die Einteilung des Raumwinkels keine Einheiten von gleicher Gestalt ergeben hat. So sehr man, noch vor der Aufgabe stehend, den Wunsch haben mag, den Raumwinkel in Einheiten von gleicher Gestalt zu teilen, so wenig wird man bei der weiteren Behandlung an dieser Forderung festhalten. Nicht nur die praktische Anwendung der Kugel als Lichtstromkugel macht uns den Verzicht sehr leicht, sondern auch theoretische Überlegungen*).

Ein dieser Beschreibung gemäß gebautes Gerät ist in Abb. 2 abgebildet, und zwar nach einer von der

*) Ebenso falsch oder zum mindesten unzweckmäßig die Regel ist, bei Aufnahme der Lichtverteilungskurve in der Vertikalebene stets um Winkel von höchstens 10° voranzuschreiten, ebenso unrichtig ist es auch, als den für die eine Zone maßgeblichen Mittelwinkel die Mitte zwischen den beiden die Zone begrenzenden Ebenwinkeln zu nehmen und dann die Lichtstärke in der Richtung dieses Mittelwinkels als richtigen Mittelwert für die ganze Zone gelten zu lassen. Vgl. hiezu auch: Halbertsma, „Über die Bestimmung der mittleren räumlichen Lichtstärke", El. u. Masch., Wien 1917, Seite 66.

*) Siehe Hering: „Measuring spherical candle-power by averaging; the equal division of the sphere", Trans. Ill. Eng. Soc. 1909, Seite 354.

Digitized by Google

Firma A. Krüß in Hamburg ausgeführten Form. Das Gerät ist unter Nr. 305405 patentiert worden und die genannte Firma hat seine Herstellung übernommen. Die Abbildung ist ohne genauere Erklärung verständlich. Zur Speisung der Glühlampe dient entweder eine kleine Akkumulatorenbatterie, die gleichzeitig zur Beschwerung des Gerätefußes verwendet wird oder die Lampe wird mit entsprechendem Vorschaltwiderstande an eine vorhandene Leitung angeschlossen. Lampe und Kugel, die immer eine Einheit bilden, können nicht nur in der Höhe verstellt, sondern auch in wagerechter Richtung verschoben werden.

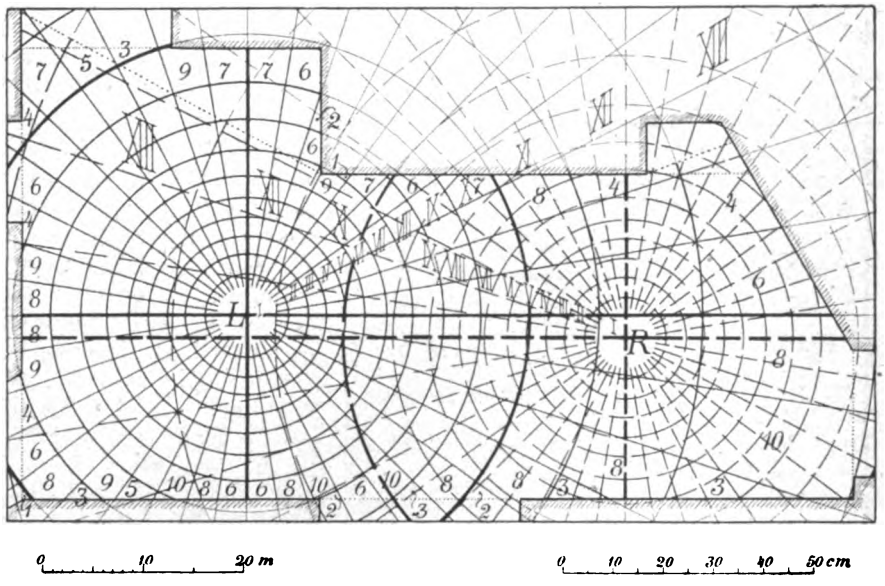
II. Anwendung der Kugel in der Beleuchtungstechnik.

1. Bestimmung der Beleuchtungsstärken in einer bestehenden Beleuchtungsanlage.

Ein Platz ist durch zwei Halbwattlampen von bekannter mittlerer hemisphärer Lichtstärke

$$J_{\smile} = 2500 \text{ HK}$$

beleuchtet. Größe und Gestalt des Platzes und Ort und Aufhängehöhe der Lampen sind bekannt; die letztere beträgt 12 m. Es soll die mittlere, die stärkste und die schwächste Beleuchtung bestimmt werden. Der in Abb. 3 gezeichnete Grundriß des Platzes ist absichtlich



Maßstab für den wirklichen Platz. Maßstab für den im Maßstab 1 : 50 gezeichneten Plan.

Abb. 3. Plan eines Platzes mit den Schattenstrichen zweier Kugeln.

von recht unregelmäßiger Gestalt gewählt, damit an dem Beispiele deutlich werde, daß auch eine verhältnismäßig sehr umständliche Aufgabe mit Hilfe der Kugel leicht zu lösen ist.

a) Die Lichtverteilung der Lampe ist bekannt.

Der Platz wird im Maßstabe 1 : 50 aufgezeichnet und die Kugel so aufgestellt, daß der Lichtquellpunkt sich 22 cm über der den Fußpunkt der einen Lampe (der „linken“ Lampe) bezeichnenden Stelle L befindet; 22 cm bedeuten in Wirklichkeit 11 m*), also stellt die Papierebene eine Ebene in 1 m Höhe über dem Fußboden dar. Auf einer solchen Ebene soll ja nach den bekannten Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker die Beleuchtung gemessen und beurteilt werden. Die Schattenstriche der Kugeleinteilung werden als vom Punkte L ausgehende Strahlen und als konzentrische Kreise mit L als Mittelpunkt auf das Papierblatt geworfen. Man zeichnet sie am besten mit einem recht weichen Bleistifte nach und erhält dann das in Abb. 3 wiedergegebene Bild; natürlich sind die Schattenstriche nicht so scharf, wie sie auf der Abbildung erscheinen. Die dickeren Linien begrenzen die theoretische Raumwinkeleinheit, die dünneren den hundertsten Teil davon, also 10 Raumgrad. Die Schattenstriche, die außerhalb der Platzgrenzen fallen, sind in der Abbildung ganz dünn gezeichnet. Die den Raumwinkelzonen I bis XIII entsprechenden Kreisringe sind in dem Bilde von L nach rechts ansteigend mit römischen Ziffern bezeichnet. Wo an den Rändern des Platzes ein Raumwinkelteil von 10 Raumgrad nicht mehr ganz auf den Platz auftrifft, muß die Zahl der auftreffenden Raumgrade geschätzt werden; das Ergebnis der Schätzung ist mit arabischen Ziffern eingetragen. Bei dieser Schätzung ist zu berücksichtigen, daß die Ringe vom Vten ab immer breiter werden und daß deshalb auch die Flächenstücke, die innerhalb eines Schattenvierecks je einen Raumgrad überspannen, nicht gleich groß sind, sondern nach der äußeren Begrenzung des Ringes zu größer werden. Wer das nicht berücksichtigt, dem können die eingeschriebenen Zahlen leicht zu hoch erscheinen. Bruchteile einen Raumgrades noch abzuschätzen, soll man vermeiden; das kann man immer unbedenklich durchsetzen, besonders wenn man benachbarte Vierecke bei der Schätzung eines Vierecks mit heranzieht und von dem einen abzieht, was man beim andern vielleicht zu hoch geschätzt hatte. Als Platzgrenzen sind in der Abbildung außer den schraffierten Häusergrundrissen die punktierten Linien, durch die die Straßen ausgeschlossen sind, anzusehen; auch das kleine Winkelchen rechts oben ist der Einfachheit wegen nicht berücksichtigt; das kann das Ergebnis der Berechnungen nicht merklich beeinflussen.

Wie mit der linken Lampe L verfahren ist, genau so wird es nunmehr mit der rechten Lampe R gemacht. In der Abbildung sind die Schattenstriche, die die Kugelteilung jetzt wirft, gestrichelt gezeichnet, die Zonenringe sind wieder mit römischen Zahlen beschriftet, die Schätzung der Raumwinkel an den Rändern in Raumgrad aber nicht mehr eingezeichnet. Beachtenswert ist, daß die Lampe R einen Teil des Platzes links oben nicht mehr beleuchtet, weil sein Lichtstrom durch vorspringende Häuser abgeschattet wird. Die Grenzlinie des Schattens ist punktiert eingezeichnet.

In Tabelle II sind folgende Werte zusammengestellt:

In Spalte 2 die Raumwinkel, die von jeder Zone auf den Platz auftreffen, gemessen in Raumgrad; eine ganze Zone enthält 400 Raumgrad.

In Spalte 3 die der Lichtverteilungskurve entnommenen mittleren Lichtstärken der Zonen. Der Lichtverteilungskörper von Halbwattlampen ist ein

*) Da die Kugel des benutzten Gerätes einen Durchmesser von 20 cm hatte, war eine tiefere Anbringung über dem Papiere nicht möglich, und der Plan durfte deshalb nicht in kleinerem Maßstabe gezeichnet sein. Kugeln von dieser Größe sind für Vorführungen vorteilhaft. Es werden aber auch kleinere Kugeln hergestellt.

Digitized by Google

Rotationskörper; die Lichtverteilung wird also durch eine Kurve ausgedrückt.

In Spalte 4 der in jede Zone hineinströmende Lichtstrom, also das Produkt aus den Zahlen in Spalte 2 und in Spalte 3, wobei jedoch die Zahlen der Spalte 2 mit 1000 zu dividieren sind.

Tabelle II.

Die von dem Platze überspannten Raumwinkel und von ihm aufgenommenen Lichtströme.

1	2	3	4	1	2	3	4
Zone	Lampe L			Zone	Lampe R		
	ω in Raumgrad	J in HK	Φ in Lm		ω in Raumgrad	J in HK	Φ in Lm
I	400	2300	920	I	400	2300	920
II	400	2320	928	II	400	2320	928
III	400	2350	940	III	400	2350	940
IV	400	2350	940	IV	400	2350	940
V	400	2370	948	V	400	2370	948
VI	400	2400	960	VI	400	2400	960
VII	399	2460	982	VII	394	2460	969
VIII	372	2550	949	VIII	282	2550	719
IX	294	2580	759	IX	169	2580	436
X	188	2600	489	X	101	2600	263
XI	88	2600	229	XI	69	2600	179
XII	55	2560	141	XII	59	2560	151
XIII	31	2510	78	XIII	48	2510	120
	$\Sigma\omega = 3827$		$\Sigma\Phi = 9263$	XIV	2	2450	5
					$\Sigma\omega = 3524$		$\Sigma\Phi = 8478$

Die Größe des Platzes beträgt

$$2951\ m^2;$$

also ist die mittlere Beleuchtungsstärke

$$E_m = \frac{9263 + 8478}{2951} = 6{\cdot}01\ Lx.$$

Um die größte und die kleinste Beleuchtungsstärke zu bestimmen, müßte man grundsätzlich die Größe der einzelnen Schattenvierecke ausmessen und den zugehörigen Lichtströmen zum Nenner setzen. Nun sind aber die Lichtverteilungskörper der hier verwendeten (wie der meisten) Lampen Rotationskörper mit senkrechter Achse. Es genügt deshalb statt der Größe der Schattenvierecke die Größe der Ringflächen der einzelnen Zonen zu kennen. Diese sind aber

$$F_\nu = H^2 . \pi . (\mathrm{tg}^2\,\alpha_\nu - \mathrm{tg}^2\,\alpha_{\nu-1}),$$

worin H die Aufhängehöhe der Lampe über der Meßebene und die α die Grenzwinkel der Zonen sind. Der Faktor von H^2, nämlich $\pi . (\mathrm{tg}^2\,\alpha_\nu - \mathrm{tg}^2\,\alpha_{\nu-1})$, ist für alle Aufhängehöhen derselbe. Man tut deshalb gut, sich diesen Faktor für die verschiedenen Zonen ein für allemal zu berechnen. Das ist um so mehr zu empfehlen, als es bei der Bestimmung der größten und kleinsten Beleuchtungsstärken zunächst nur darauf ankommt, festzustellen, an welcher Stelle des beleuchteten oder zu beleuchtenden Platzes diese Werte zu finden sind. Es handelt sich also vorläufig nur um die Vergleichung mehrerer Werte miteinander; und dazu genügt die offenbar Kenntnis der in dem genannten Ausdruck enthaltenen Relativwerte der Ringflächen. Sie sind in Tabelle III zusammengestellt, soweit sie praktisch in Frage kommen können. Diese Zahlen müssen also mit dem Quadrat der Aufhängehöhe H^2 multipliziert werden, um die wahre Größe der Ringflächen zu ergeben.

Tabelle III.

Werte des Ausdruckes $\pi . (\mathrm{tg}^2\,\alpha_\nu - \mathrm{tg}^2\,\alpha_{\nu-1})$.

Für die Zone		Für die Zone	
I	0·442	VIII	2·825
II	0·542	IX	4·18
III	0·675	X	6·56
IV	0·855	XI	11·18
V	1·106	XII	21·42
VI	1·464	XIII	49·3
VII	1·998	XIV	160·1

Wir sehen nun, daß die Zahlen der letzten Tabelle auch in ihren kleinsten Werten, wo die Unterschiede am kleinsten sind, um über 20% des unteren Wertes voneinander abweichen. Die Lichtstärken der zugehörigen Zonen dagegen weichen in unserem Beispiele nur etwa um 1% voneinander ab. Daraus folgt, daß die Vergleichung der relativen Ringflächen genügt, um den Ring der größten und den Ring der kleinsten Beleuchtungsstärke festzustellen: je größer die (relative) Ringfläche, um so kleiner die Beleuchtung und umgekehrt; die Ringfläche I muß von ihrer eigenen Lampe am stärksten, die Ringfläche $XIII$ oder, wo sie vorkommt, die Ringfläche XIV am schwächsten beleuchtet werden.

Zu dieser Beleuchtung kommt aber noch die Beleuchtung von der anderen Lampe. Zur richtigen Feststellung der stärksten und der schwächsten Beleuchtung oder zunächst der Stellen, wo diese Werte vorkommen, sind also überall die reziproken Werte der den beiden Lampen zugehörigen Ringflächen zu addieren, die sich überdecken. Wenige solche Additionen führen zum Ziele; sie sind in Tabelle IV durchgeführt.

Tabelle IV.

Auffindung der Stellen der größten und kleinsten Beleuchtungsstärke und deren Werte.

1	2	3	4	5	6
Zone	rel. Fläche	Reziproke	Summe	Beleuchtung in Lux des Ringes	Beleuchtung in Lux der Stelle
a) Für die Höchstwerte.					
L, I	0·442	2·27	2·36	17·2	18·0
R, XI	11·18	0·09		0·77	
L, II	0·542	1·85	1·94	14·17	14·9
R, XI	11·18	0·09		0·77	
L, V	1·106	0·905	1·06	7·09	7·4
R, X	6·56	0·153		1·31	
b) Für die Kleinstwerte.					
L, X	6·56	0·153	0·173	1·31	1·5
R, XIII	49·3	0·020		0·17	
L, XI	11·18	0·0895	0·11	0·77	0·94
R, XIII	49·3	0·0203		0·17	
L, XI	11·18	0·0895	0·096	0·77	0·82
R, XIV	160·1	0·0063		0·05	

Der Höchstwert der Beleuchtung liegt also da, wo sich Zone I von der Lampe L und Zone XI von der Lampe R überdecken, der Kleinstwert da, wo von denselben Lampen sich Zone XI und XIV überdecken.

Digitized by Google

Daß die beiden anderen Zonen nicht in Frage kommen, war ja von vornherein klar; die Rechnungen wurden nur deshalb mit angestellt, weil die Überdeckung von XI und XIV und ebenso von XI und XIII nur auf einem sehr kleinen Stückchen des Platzes, links oben, vorkommt. Dasselbe gilt von der Stelle, wo infolge der Abschattung der Lampe R nur Lampe L mit seiner XI. Zone allein hineinleuchtet; dort ist die Beleuchtung tatsächlich am allerkleinsten, die Summe der Reziproken beträgt nämlich dort nur 0·0895, den Wert der Zone XI.

Die Beleuchtungsstärken selbst berechnen sich nun, indem man jedesmal den Quotienten aus dem auf die gesamte Ringfläche fallenden Lichtstrome durch die gesamte zugehörige Ringfläche bildet; diese Ringflächen werden aus den Relativwerten durch Multiplikation mit $H^2 = 121$ berechnet. So ist z. B.

$$E_{\mathrm{I}} = \frac{2300 \,.\, 0{\cdot}4}{0{\cdot}442 \,.\, 121} = 17{\cdot}2 \text{ Lx} \Big\} \; E_{\max} = 17{\cdot}97 \text{ Lx},$$

$$E_{\mathrm{XI}} = \frac{2600 \,.\, 0{\cdot}4}{11{\cdot}18 \,.\, 121} = 0{\cdot}77 \text{ Lx} \Big\}$$

$$E_{\mathrm{XIV}} = \frac{2470 \,.\, 0{\cdot}4}{160{\cdot}1 \,.\, 121} = 0{\cdot}05 \text{ Lx} \Big\} \; E_{\min} = 0{\cdot}82 \text{ Lx}.$$

Diese Beleuchtungsstärke von 0·82 Lx ist also nur dann die geringste, wenn man die auf dem abgeschatteten von R nicht mehr beleuchteten Stückchen vorhandene Beleuchtungsstärke des Ringes XI von 0·77 Lx nicht mit berücksichtigt. Die berechneten Beleuchtungen sind in Spalten 5 und 6 in die Tabelle mit eingetragen.

b) Die Lichtverteilung der Lampe ist nicht bekannt.

Von den verwendeten Lampen soll jetzt nur ihre mittlere hemisphärische Lichtstärke $J_{\smile} = 2500$ HK, also ihr unterer Lichtstrom bekannt sein. Selbstverständlich kann die Aufgabe dann nur in Annäherung gelöst werden. Wenn aber, wie es bei Halbwattlampen der Fall ist, die Lichtverteilungskurve im unteren Halbraum annähernd halbkreisförmig ist, so ist diese Annäherung oft genügend genau.

Wir nehmen an, die Lichtstärke sei nach allen Richtungen gleich $J_{\smile}$; dann ist der von jeder Lampe kommende und auf den Platz auftreffende Lichtstrom proportional dem von dem Platze eingenommenen Raumwinkel, und wenn die Lampen gleiche hemisphärische Lichtstärke haben, so ist der gesamte Lichtstrom proportional der Summe der von den beiden Lampen ausgehenden, den Platz einschließenden Raumwinkel. Nach den in Tabelle II verzeichneten Rechenergebnissen sind diese Raumwinkel aber 3827 und 3524 Raumgrad. Es ist also der Lichtstrom

$$\Phi_{\mathrm{L}} = 3827 \,.\, 10^{-3} \,.\, 2500 = 9567 \text{ Lm},$$

$$\Phi_{\mathrm{R}} = 3524 \,.\, 10^{-3} \,.\, 2500 = 8810 \text{ Lm}$$

und

$$\Phi_{\mathrm{ges.}} = 7351 \,.\, 10^{-3} \,.\, 2500 = 18\,377 \text{ Lm}.$$

Und es ist

$$E_{\mathrm{m}} = \frac{18377}{2951} = 6{\cdot}23 \text{ Lx}.$$

Wir können eine ungewöhnlich gute Übereinstimmung mit dem genauen Ergebnis, das 6·01 Lx war, feststellen.

(Schluß folgt.)

Wasserkraftausnutzung und Reichskraftnetz.

Von Dr. Ing. W. v. **Winkler**, Klagenfurt.

(Schluß von Heft 22, Seite 255).

V. Das Reichskraftnetz.

Zum Verbinden aller Kraftquellen, nicht bloß der Wasserkräfte, soll ein Hochvoltkraftnetz das ganze Reich durchziehen, alle Kraftquellen sollen in dieses hineinarbeiten und aller Kraftbedarf aus diesem gedeckt werden können derart, daß die Stetigkeit der Versorgung durch gegenseitige Aushilfe der einzelnen Werke gewährleistet wird. Hiebei soll durch geeignete Leitungsanordnung die höchste Betriebssicherheit des Kraftnetzes erreicht werden.

Während nun im allgemeinen die hinsichtlich der Elektrizitätsversorgung aufgetauchten Gedanken keinen allzugroßen technischen Schwierigkeiten begegnen dürften, scheint dies bei einem allgemeinen Kraftnetz der Fall zu sein. Ein Vergleich mit den Bahnen liegt sehr nahe und da zeigt es sich, daß ganz besonders die Alpenländer mit den zahlreichen unfruchtbaren und unwirtlichen Gegenden der Hochgebirgs- und Gletscherwelt dem Elektrizitätsnetz voraussichtlich ebensolche Schwierigkeiten sowohl hinsichtlich der Anlage, als hinsichtlich des Betriebes bereiten dürften, wie den Bahnen.

In der Anlage wird es kaum tunlich sein, die Kämme der Hochalpen nach Wunsch und Erfordernis mit elektrischen Hochspannungsleitungen zu überschreiten, ja auch nur in Hochtälern dauernd betriebssichere Leitungen in dem erforderlichen Ausmaß herzustellen; und 100 000 V in Kabeln fortzuleiten und gegen alle Schäden des schwankenden Betriebes zu sichern, dürfte noch lange Zeit an den technischen Hindernissen, vor allem aber an den Kosten scheitern. Auf Eisenbahnkarten kann man ganz genau sehen, daß die Dichte der Bahnstrecken ihren Höchstwert im Flachland erreicht, daß aber die Gebirgsgegenden von einer nennenswerten Dichte nichts erkennen lassen. So wird es voraussichtlich auch mit dem Kraftnetz sein, wenn auch hier zu berücksichtigen ist, daß das Alpennetz mehr zum Sammeln der Leistung, als zum Verteilen an Abnehmer wird unumgänglich dienen müssen.

Was aber den Betrieb von Hochvoltleitungen im Alpengebiet anlangt, so kann man voraussagen, daß die Sicherheitsvorkehrungen ganz bedeutende Erschwernisse und Vermehren der Kosten zur Folge haben werden. Man braucht sich nur ein Hochgewitter oder einen Schneesturm vorzustellen, dem alljährlich selbst im Mittelgebirge nicht allzuselten im Verlauf von $^1/_2$ bis $^1/_4$ Stunde große Flächen Waldes zum Opfer fallen, um zu ermessen, daß die Schwierigkeiten der Herstellung von den Schwierigkeiten der Erhaltung nur noch übertroffen werden können. Wo bleibt dann die Betriebssicherheit und der geregelte Kraftbezug?

Die Leitungen des Hochvoltnetzes werden voraussichtlich nur auf wenigen Strecken mit der erforderlichen Betriebssicherheit gelegt werden können und diese Strecken werden gegenüber den anderen Gegenden eine Bevorzugung hinsichtlich gedeihlicher Lebensbedingungen erfahren, die hart an Ungerechtigkeit grenzt. Bei den neuzeitlichen Anschauungen muß dies vermieden werden und auch das Kraftnetz soll ja die ungerechte Verteilung der Erwerbsquellen mildern; davon aber könnte gerade das Gegenteil erreicht werden; denn wenn man durch Zusammenlegen von Kraftquellen ganzen Landstrichen die Grundlagen eines bescheidenen Wohlstandes nimmt, fördert man die weitgehende Verarmung, die in unseren Alpen oft so traurig zutage tritt.

Wie soll man sich nun den Betrieb eines solchen Netzes vorstellen, an dem jede Kraftquelle Geber, unter besonderen Umständen aber auch Empfänger sein muß?

Digitized by Google

Als Geber ist ein Kraftwerk entweder für Dauerabgabe von Leistung oder für Spitzendeckung einzurichten. Im ersteren Falle wird nach den früheren Ausführungen die Bedingung gestellt, daß jedes Werk mit Speichern und sonstigen Hilfsmitteln auf die beste Wasserausnutzung gebaut wird und die Leistung als gleichmäßige Mittelleistung dauernd abgeben soll, wobei natürlich zunächst der Bedarf eines umliegenden engeren Versorgungsgebietes zu decken sein wird. Wenn nun von einem solchen Werk irgend einmal eine Aushilfe verlangt werden sollte, so könnte es diese nicht leisten, weil einerseits seine ganzen maschinellen Einrichtungen auf den entsprechend gesicherten Dauerbetrieb zugeschnitten sein müßten und weil andererseits die Wirtschaft mit dem Wasser bei unvorhergesehener Aushilfe ganz auf den Kopf gestellt werden könnte, indem das betreffende Werk in der Sammelzeit Wasser verbrauchen müßte, das es später zum Erfüllen seines eigentlichen Zweckes selbst notwendig braucht.

Im Falle der Einrichtung eines Werkes zur Spitzendeckung aber, wo die ganzen Einrichtungen nur kurze Zeit benutzt werden, liegt die Unwirtschaftlichkeit auf der Hand, da man alle Stammauslagen beibehält, aber nur wenig Zeit im Jahr für einen Ertrag ausnutzen kann. Damit wird wohl eher Wasser vergeudet, um so mehr, als bei unseren Witterungsverhältnissen fast alle in Betracht kommenden Wasserläufe fast gleichzeitig ihre Höchst- und Tiefstwerte aufweisen, auch fast gleichzeitig unter Hochwässern und unter Trockenheit leiden, was augenfällig durch die schon jetzt häufig zur Geltung kommende Notwendigkeit von Wärmekraftanlagen als Zusatz bewiesen wird. Wenn man nun Aushilfe in einem Notfall braucht, wird man sie weit her holen müssen und dadurch wird das Reichskraftnetz umfangreicher, ist stärker zu bemessen und verursacht höhere Kosten.

Es ist notwendig, bei dieser Seite der Frage noch etwas zu verweilen. Um die Kosten der Leitungen nicht zu hoch anwachsen zu lassen, wird man es wahrscheinlich am besten so einrichten, daß die Werke zunächst einen Bedarf in ihrer Umgebung unmittelbar und daher mit einer nicht allzuhohen, mittleren Spannung befriedigen können, die auf die Verbrauchsspannung herabtransformiert wird. Der Überschuß an Leistung wird zum Anschließen an das Reichskraftnetz in hohe Spannung transformiert werden müssen. Man wird aber auch wahrscheinlich die Hochvoltleitungen des Reichskraftnetzes nicht in allen Fällen unmittelbar an die Kraftquellen bringen können, sondern sich der Zuführungsleitungen bedienen müssen. Danach wird im allgemeinen die Spannung an den Stromquellen höher sein müssen als im Reichskraftnetz, und das Transformationsverhältnis für die Nahanlage der betreffenden Wasserkraft wird sich danach richten müssen. Wenn nun aber die Kraftquelle versagt und das örtliche Netz Aushilfe braucht, wird diese nur unter ungünstigen Umständen gewährt werden können. Zunächst wird die Spannung im Reichskraftnetz bei Stromabgabe an das Nahgebiet der versagenden Kraftquelle geringer sein als bei Stromaufnahme, und dann werden hiezu noch die Verluste auf der Zuführungsleitung und der einmaligen Transformation treten. Den Nahtransformatoren kann also nicht die gleiche Spannung zufließen, als wenn sie von der Kraftquelle unmittelbar gespeist werden, was zum mindesten Anlaß zu neuen Vorrichtungen und Vorkehrungen geben wird. Ob dann die gepriesene Aushilfe nicht mit zu großen Kosten verknüpft ist, so daß es wirtschaftlicher ist, die Störung über sich ergehen zu lassen, muß nach dem Wert beurteilt werden, den der Strom für die betreffende Nahanlage hat. Als günstigster, vielleicht einzig gangbarer Weg für das Reichskraftnetz wird sich voraussichtlich die Verbindung der Verbrauchsgebiete durch jene Gegenden ergeben, in denen der Bedarf aus anderen Gründen naturgemäß geschaffen oder gesteigert wird und ihm auch die anderen Lebensbedingungen, wie Bahn oder Schiffahrt, Rohstoffe und dgl. Förderung gewähren.

Wenn man aber rechnerisch die Zahl der Verteilungsstationen und die Kosten der Leitung nach Quadraten der Gesamtfläche vergleicht, so begeht man den Irrtum, daß in der Wirklichkeit in weitaus den meisten Ländern, besonders in den Alpenländern weder die Kraftquellen noch die Absatzgebiete gleich dicht, in aneinanderstehenden Quadraten angeordnet vorkommen, daher wirklich die Leistungsfähigkeit der Kraftwerke ebenso ungleich und örtlich regellos sein wird, wenn man auf die günstigste Ausnutzung sieht, wie die Absatzgebiete unregelmäßig verteilt und oft durch weite, von Natur aus immer unfruchtbar bleibende Strecken unterbrochen sein werden. Im dichtbevölkerten Sachsen und Belgien wird man eben von anderen Gesichtspunkten ausgehen müssen als im Gletschergebiet von Tirol, in der Schweiz und in Oberitalien, wo aber gerade die auszubauenden Wasserkräfte zahlreich sind.

Darüber dürfte nun wohl kein Zweifel herrschen, daß man den Bedarf des Nahgebietes unmittelbar von der Kraftquelle versorgen läßt. Geschieht dies aber und hat man sich darüber Rechenschaft gegeben, ob und auf wie lange die Stromversorgung ausbleiben darf, so wird man voraussichtlich in den allermeisten Fällen darauf kommen, daß das Reichskraftnetz eine Verbindung der Verbrauchsgebiete darstellt, die während weitaus der längsten Zeit unbenutzt bleibt, also gänzlich unfruchtbar ist und bei den zweifellos sehr bedeutenden Herstellungs- und Erhaltungskosten eine unverantwortliche wirtschaftliche Belastung der Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung darstellt.

Aus den früher schon dargelegten Gründen wird der Bedarf immer in den Flachländern vorwiegen, während die Wasserkraftquellen im mittleren und hohen Gebirge zahlreicher sind, als dem dortigen Bedarf entsprechen wird. Die Überleitung der Leistung aber wird auch dadurch beeinträchtigt werden, daß wir es ja nicht einzig und allein mit Wasserkräften zu tun haben. Wenn auch aus naheliegenden Gründen die Kohlen etwas mehr geschont werden dürften als bisher, wobei man hoffentlich bei den Eisenbahnen anfangen wird, so werden sich doch auch Kraftquellen, beruhend auf anderen Wärmekraftmitteln, weiter ausgestalten lassen und mit eben so großem Erfolg in Wettbewerb mit den Wasserkräften treten wie bisher. Die bedeutenden Herstellungs- und Instandhaltungskosten der Reichskraftleitungen werden eben eine so große Zinsenlast bedeuten und die Erzeugungskosten der kWh beeinflussen, daß man nach wie vor für den gleichen Betrag mehr als reichlich Brennstoff bekommt und eine sehr wünschenswerte Unabhängigkeit bewahrt.

Dabei ist noch gar nicht Rücksicht darauf genommen, welchen Einfluß die starken Schwankungen des Bedarfes der Eisenbahnen auf die Kraftverteilung im Reichsnetz haben werden.

Bei kühler Berechnung und Berücksichtigung der angeregten Umstände wird man bald zu der Überzeugung kommen, daß das, was man sich vom Reichskraftnetz verspricht, keineswegs so leicht und wohlfeil erreicht werden kann. Da es aber auch die erwarteten großen Vorteile nur in seltenen Fällen und in bestimmten bevorzugten Gebieten zeitigen wird, muß es Pflicht einer voraussehenden Staatsleitung sein, reiflich zu überlegen, einerseits ob das Festlegen von Metallen im Falle eines Kriegsbedarfes nicht noch nachteiligere Folgen hat als der Verbrauch von Wärme-

Digitized by Google

kraftmitteln, andererseits ob das in viele Millionen gehende Kapital nicht viel notwendiger und fruchtbringender, statt in die Reichskraftleitung gesteckt zu werden, für die zahlreichen anderen Notwendigkeiten wird verwendet werden müssen, die der Wiederaufbau und die Fortentwicklung unseres Wirtschaftslebens gebieterisch fordern werden. Keinesfalls wird man leicht jemand, sei es Staat, Land, Gesellschaft oder dgl. finden, der Millionen aufwenden wird, deren Verzinsung durch Jahrzehnte in der Luft hängen kann.

Die Folge eines solchen zu weit verallgemeinerten Netzes ist dann unfehlbar das Gegenteil dessen, was man beabsichtigt, nämlich nicht eine Verbilligung sondern eine Verteuerung der elektrisch verteilten Leistung; und dies ist doch sicher bei vielen Hunderten kleiner Betriebe mit bescheidenen Ansprüchen mindestens unnötig, meist aber verderblich. Darüber, ob gerade die Kraftkosten diejenigen sind, die unsere Erzeugung beeinträchtigen, und ob die verbilligte Kraftabgabe die voraussichtlichen anderen Lasten auch nur einigermaßen werden mildern und ihre Nachteile abschwächen können, werden sich die Meinungen wohl auch bald klären. Schließlich kann es auch durchaus nicht als ausgemacht gelten, daß die miteinander verbundenen Werke ein gutes Ausnutzungsverhältnis geben müssen; und wenn, so wird dies mit dem Erhöhen der Verluste zu erkaufen sein.

Ein engmaschiges Netz über weite Gebiete zu legen, dürfte daher technisch und wirtschaftlich sehr schwierig sein; durch ein weitmaschiges bewirkt man aber nicht einen Kraftausgleich und gerechte Verteilung der Naturkräfte, sondern entzieht einzelnen Gegenden die bestehenden Lebensmöglichkeiten und stellt andere, in denen Leitungen unwirtschaftlich sind, gegenüber den vom Netz durchzogenen ungerechterweise zurück. Es sind daher viele Unstimmigkeiten und Einwendungen gegen diese Art der Stromverteilung zu erwarten und man kann wohl als sicher annehmen, daß ein so verwirrter Knoten nicht durch ein Gesetz wird durchschlagen werden können. Während man im ganzen Reich die Möglichkeit und das Recht haben soll, Strom zu verlangen, werden gerade Gebiete, die eine ziemlich wirtschaftliche Selbstversorgung bisher treiben konnten, nur mit Hilfe teuerer Leitungen in den Bezug von Strom treten können, der sie überdies abhängiger macht, als sie bei unmittelbarer Ausnutzung ihrer Betriebskraft waren.

Eine kurze Bemerkung sei auch noch darüber gestattet, daß jeder wie immer geartete Kraftbedarf gezwungen werden soll, seine Deckung aus dem Reichskraftnetz zu suchen. Diese Bestimmung ist wirtschaftlich verfehlt und steht dem Ziel der vollkommensten zweckdienlichsten Ausnutzung von Wasserkräften, geradezu entgegen, weil dann auch bei Wasserkräften, die für Einzelanlagen recht gut und wirtschaftlich geeignet sind, der Umweg über den elektrischen Betrieb und seine Verluste oft ganz unnötiger Weise festgesetzt werden würde.

VI. Folgerungen.

Die vorstehenden Ausführungen sind das Ergebnis einer eingehenden, durchaus wohlwollenden, aber desto mehr nüchtern überlegenden Beschäftigung mit den einschlägigen Fragen. Niemand billig denkender wird angesichts der hervorragenden Bedeutung der Angelegenheit nicht bloß für die geregelte Wasser- und Elektrizitätswirtschaft, sondern für die Zukunft unseres ganzen wirtschaftlichen Lebens daraus einen Vorwurf ableiten können, daß wir bei allem Bemühen, das Gute zu fördern, nicht unbedingt jenen Ansichten beipflichten, die als „großzügige Auffassung" hingestellt werden, aber das Umfassende solcher Anschauung leider einigermaßen vermissen lassen. Man wird uns auch nicht der Engherzigkeit zeihen dürfen, wenn wir uns etwas eingehender mit der technischen Durchführung und den vielseitigen wirtschaftlichen Folgen befassen, die die Form der Durchführung auf Staat, Land Gemeinden, auf die im Erläuterungsbericht zum Wassergesetzentwurf ausdrücklich erwähnten privaten Unternehmer und schließlich auf die Abnehmer aller Wahrscheinlichkeit nach haben wird.

Es dürfte als feststehend betrachtet werden, daß insbesondere der österreichische Staat als Betriebsunternehmer oft zu einer wirtschaftlich nicht allzu bedeutenden Arbeit mehr und viel höher entlohnte Angestellte verwendet, als sich ein geschäftlich richtig geleistetes Unternehmen leisten könnte. Daher und wegen der Gefahr des Fiskalismus muß der Ansicht zugestimmt werden, daß der Staat den Betrieb solcher Werke und Leitungen nicht übernehmen, wohl aber die Unternehmer nach Kräften entlasten und unterstützen muß. Die vielen Formen der Förderung bezw. des Abhaltens von Schädigungen und Hemmungen brauchen wohl nicht weiter erwähnt zu werden. Jedenfalls bekommt der Staat in Form von Steuer, sei es unmittelbar aus dem Unternehmen, sei es von dessen Bediensteten und den steuerkräftiger gewordenen Stromabnehmern, einen ganz bedeutenden Beitrag, ohne sich selbst mit dem Betrieb und seinen Wagnissen belasten zu müssen. Es wird sich daher auch ein Geldbeitrag des Staates reichlich verzinsen. Seine Einflußnahme ist aber durch Gesetz und Vorschrift schon so geregelt, daß sie vielleicht schon als zu weit gehend bezeichnet werden kann.

Bei Ländern und Gemeinden ist die Sache schon günstiger, denn einerseits stehen die leitenden Personen, ob Abgeordnete, Ausschüsse oder Beamte, viel mehr in steter Berührung mit den Wünschen der Bewohner und haben sich, weil oft selbst beteiligt, einen freien Blick bewahrt, andererseits tritt bei Ländern und Gemeinden das Bewußtsein stark zutage, mit anderen, besonders den Nachbarn, in wirtschaftlichen Wettbewerb zu treten, um die Lebensverhältnisse im eigenen Gebiet möglichst zu heben und möglichst vielen Leuten das Leben günstig zu gestalten, sie aber auch zu den Lasten heranziehen zu können. Man sieht dies auf Schritt und Tritt und kann die Erfolge, wenn auch nicht rechnerisch erfassen, so doch deutlich erkennen, die ein in diesem Belang richtig verwaltetes Land oder eine Gemeinde gegenüber ihren Nachbarn und auch weiter entfernten Gebieten erzielt.

Hiebei bleibt jedem solchen Landes- bezw. Gemeindeunternehmen die Möglichkeit, eine in vielen Fällen wünschenswerte, den betreffenden Verhältnissen angepaßte Unabhängigkeit zu bewahren, die sich besonders in Tarifragen geltend macht und den Umständen mehr Rechnung tragen kann und soll, als das fiskalische Staatsunternehmen. Etwas ähnliches, wie daß man den Arbeitern den Tabaksaft nicht verkauft, mit dem sie sich mangels k. k. Rauchware Buchen- und Akazienblätter zubereiten, und daß man angesichts der bedeutend gestiegenen Nachfrage die Preise der allerdings nicht mehr erhältlichen Rauchwaren bis zur Preistreiberei steigert, kann in den erwähnten Landes- und Gemeindebetrieben doch nicht vorkommen.

Was nun das Großunternehmertum bezw. das in Wasserkräften und Elektrizitätswerken arbeitende Großkapital anlangt, so muß allerdings zugestanden werden, daß es sich allmählich mehr und mehr um das Schaffen großer Wasserkraftanlagen und Überlandzentralen bemüht

Digitized by Google

und zu einer bedeutenden Verallgemeinerung der Bezugsmöglichkeit von Licht und Kraft beiträgt. Da aber nach dem Entwurf des Elektrizitätsgesetzes den Werken ein Stromlieferungsgebiet zugewiesen werden soll, ist sehr zu befürchten, daß das freie Großunternehmertum in irgend einer Form eine Ausschließlichkeit anstrebt und auch durchsetzen wird. In einem solchen Gebiet hören dann die dem Großunternehmer nicht passenden Wasserkraftanlagen, die für Einzelbetriebe ganz wesentlich wertvoll sein können, auf; sie werden entweder aufgesaugt oder zugrunde gerichtet und es ist sehr zu bezweifeln, daß darin, sowie hinsichtlich der vom Großwerk mit der Zeit durchzusetzenden Tarife die Staatsgewalt wesentlich mildernd wird eingreifen können. Jedenfalls wird durch den ausschließlichen, selbst nur stark bevorzugten Bau von Großkraftwerken eine weitgehende Abhängigkeit der Abnehmer vom stromliefernden Unternehmen bewirkt. In vielen Fällen wird aber die Unabhängigkeit ganz außerordentlich geschätzt werden müssen, besonders was die Verwendung der Leistung zu jeder Zeit und zu jeder Art des Betriebes anlangt, die vom Großunternehmen aus Tarifgründen nicht immer in dem gleichen Ausmaß wird zugestanden werden können.

Bedeutend im Sinne der Unabhängigkeit kleinerer Wasserkraftanlagen und der damit verbundenen durchdringenderen Ausnutzung der Wasserkräfte bis ins Einzelne wird, ohne wirtschaftlich verderblich zu werden, der Umstand sein, daß nach dem Kriege die zahlreichen Maschinen, Leitungen und sonstigen Einrichtungen zu geringen Preisen auf den Markt kommen werden, die bisher von der Kriegsverwaltung beschlagnahmt worden sind.

Übrigens beweisen gerade die Erfahrungen im Krieg, daß es unter Umständen sehr unzweckmäßig, ja gefährlich werden kann, große Gebiete einzig von einer Großkraftanlage mit Strom zu versorgen. Unsere Feinde brauchten ihre Schießbedarffabriken nicht still zu setzen, bevor diese selbst von uns erobert wurden, wenn nicht das ganze Gebiet aus dem nun besetzten Werk von Feltre seine Kraft bekommen hätte.

Liegt aber die Stromversorgung eines Gebietes ganz und ausschließlich in der Hand einer Großkraftanlage, so ist die stete Gefahr vorhanden, daß die „Versorgung der Bevölkerung mit billigem Strom" über kurz oder lang dem Bestreben weichen wird, recht große Gewinne zu machen; gesetzliche Beschränkungen dürfen dabei nicht irreführen; denn können die Staatsgrundgesetze gebrochen werden, wenn es einigen Machthabern paßt, so ist das bei Verwaltungsgesetzen ein Kinderspiel.

Wenn man übrigens hofft, daß durch billige Tarife der Anreiz gegeben werden wird, den Tagesbetrieb zu fördern, so ist dies doch nur bis zu einem gewissen Ausmaß möglich; denn Licht wird meist nur bei Dunkelheit gebraucht, die Kraftabgabe ist aber von den Gewohnheiten der Bevölkerung und zu großem Teil vom Gewerbegesetz abhängig; es kann also eine namhafte Verschiebung durch Tarifmaßnahmen nicht bewirkt werden. Selbst die gepriesene Sommerzeit kann nicht als wesentlich maßgebend bezeichnet werden, denn sie hat keine Verschiebung der Ordinaten, sondern nur die unbegreiflicherweise auch bei Wasserkraftanlagen beabsichtigte Verminderung des Absatzes bewirkt und so nur den Ertrag der Elektrizitätswerke geschädigt.

Der störende Einfluß des Bestrebens, Großkräfte auszubauen, hat sich bei uns ganz deutlich gezeigt durch die Beschlagnahme mehrerer Wasserläufe für die Staatsbahnen. Alle Bedenken finden durch diesen Umstand, der schon im Frieden sich sehr auffällig bemerkbar machte, also durchaus nicht auf die Hemmungen durch den Krieg geschoben werden darf, ihre volle Bestätigung.

Die beschlagnahmten Wasserläufe wurden nicht nur nicht zu Wasserkraftanlagen ausgebaut, sondern haben auch den Unternehmergeist der Industrie gehemmt und so doppelten Schaden angerichtet. Lieber gar nichts schaffen oder zustande kommen lassen, als das rasch und leicht Erreichbare, mutet etwas sonderbar an, und wenn man nach der denkbar größten Vollkommenheit strebt und mit dem Erreichbaren nicht zufrieden ist, so wird man von neuen Vervollkommnungen überholt und steht ewig wartend vor der Quelle des Segens, ohne je in ihren Genuß zu kommen.

Das Großkapital hat sich schon so viele Zweige des Wirtschaftslebens abgabepflichtig gemacht, daß zu besorgen ist, es werde uns bei unbeschränktem Walten auch hinsichtlich der Kraftlieferung in volle Abhängigkeit bringen. Wo es auf diesem Wege stehen bleiben wird, hängt von Zeit und Umständen ab; wahrscheinlich wird es aber dem an sich ganz richtigen und gerechten Grundsatz huldigen, daß es unverständlich ist, warum gerade die Elektrotechnik in selbstloser Weise dazu beitragen soll, die Betriebskraft zu verbilligen und warum gerade die Wasserkräfte dazu berufen sein sollen, sich der anderen Wirtschaft möglichst billig zur Verfügung zu stellen. Im Hinblick darauf, daß die Bevölkerung billige Nahrungsmittel mindestens ebenso notwendig braucht, wie billige Kraftmittel, wäre es sehr verzeihlich, wenn die Großkraftunternehmer ihr Vorgehen zum Teil von dem Beispiel der Nahrungsmittelerzeuger abhängig machen oder wenigstens einen teilweisen Ausgleich mit den Erträgen dieser Unternehmer anstreben würden.

Eine Wirtschaftsform, die den Zielen und Zwecken am besten zu entsprechen scheint, ist die gemischte und man kann sich mit ihren Grundsätzen vollkommen einverstanden erklären. Sie wird es auch ermöglichen, daß das Kapital nicht gebannt auf die Großkraftanlagen sieht, sondern auch kleinere in ihren Wirkungskreis zieht, soweit sie den richtigen Zielen einer umfassenden Wasser- und Elektrizitätswirtschaft entsprechen und die allgemeine Ausnutzung der Wasserkräfte zum Vorteil aller Beteiligten fördern können.

Wie das ausschließliche Ausbauen von Einzelanlagen, ist auch das ausschließliche Bevorzugen von Großkraftanlagen weder im Sinne des Gesetzgebers, noch im Vorteil der Wasser- und Elektrizitätswirtschaft gelegen und wir müssen daher einer zielbewußten, allen Umständen Rechnung tragenden Vereinigung beider Arten den Vorzug geben.

Auch das Reichskraftnetz kann nicht als wesentliches Mittel zur Förderung der zielbewußten Wasser- und Elektrizitätswirtschaft angesehen werden, denn es bietet durch Bau und Instandhaltung technische Schwierigkeiten, belastet während sehr langer Zeit zwecklos das Kapital und erfüllt seine Aufgabe im Falle des Bedarfes nicht oder mindestens nicht ohne besondere weitere Hilfsmittel und nicht in gewünschter Vollkommenheit.

Wenn durch die vorstehenden Ausführungen diese Überzeugung eine weitere Verbreitung erfährt und besonders die maßgebenden Kreise vor Irrtümern bewahrt werden, die sehr schädlich sein können, wird ihr Zweck erreicht sein.

Digitized by Google

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Spitzenkraftwerk mit selbsttätiger Zuschaltung der Generatoren. L. B. Bonnett. In Cedar Rapids, Jo., hat die Jowa Railway and Light Co. eine ein 3 m hohes Gefälle des Cedar River ausnutzende Wasserkraftzentrale mit drei vertikalen Generatoreinheiten für je 500 kVA Zweiphasenstrom, 2300 V, 60 Per/s, 60 U. p. min, errichtet; sie werden von einem von zwei Erregersätzen, bestehend aus einem 2300 V-Induktionsmotor in direkter Kupplung mit einer 100 kW-Gleichstrommaschine für 125 V, 1200 U. p. min, erregt. Das Bemerkenswerte an der von der General Electric Comp. ausgeführten Anlage ist, wie bereits berichtet*), daß sie automatisch zur Spitzendeckung des 1 km entfernten Dampfkraftwerkes mit 20 000 kW Dampfturbineneinheiten herangezogen wird.

Das Anlassen der drei Maschinensätze im Wasserkraftwerk kann nicht nur durch einen Druckknopf in der Dampfzentrale beim Eintritt der Spitzenbelastung herbeigeführt werden, es erfolgt auch selbsttätig je nach dem Wasserstand. Jedem der drei Turbinen-Generatoren ist ein Schwimmerschalter zugeordnet, die beim Ansteigen des Wassers der Reihe nach die Generatoren anlassen. Ein weiterer Druckknopf in der Dampfzentrale vermag das Spitzenwerk ganz abzustellen. Die sonst von einem Maschinenwärter beim Anlassen von Hand durchgeführten Operationen erfolgen hiebei automatisch in der erforderlichen Reihenfolge, die durch die Segmente und Schleiffedern eines kontrollerartigen Schalters mit Motorantrieb erzwungen wird. Wenn durch einen Druckknopf oder einen Schwimmerschalter ein Hilfsstrom geschlossen wird, so wird der Hilfsmotor zum Antrieb des Kontrollers in Tätigkeit gesetzt. In der Stellung 1 desselben wird der Induktionsmotor des Erregersatzes an volle Spannung gelegt, so daß die Spannung der Erregermaschine allmählich auf 125 V ansteigt. In der Stellung 2 wird ein Hilfsmotor eingeschaltet, der die Schleuse zur ersten Turbine öffnet, worauf der Kontroller stehen bleibt. Durch einen Fliehkraftschalter auf der Turbinenwelle wird bei der 55 Per/s des Wechselstromes entsprechenden Tourenzahl der Kontroller weiterbewegt. In Stellung 3 wird der erste Generator im Zeitraum von 2 s unerregt über eine Reaktanz von 20% an die Sammelschienen des Spitzenwerkes angelegt, unterdessen ist die Schleuse so weit geöffnet, daß der Generator auf eine 60 Per/s entsprechende Tourenzahl aufläuft. Der Kontroller schließt in weiteren Stellungen die Erregerwicklung des Generators an die Erregermaschine an, verstärkt das Erregerfeld auf den normalen Wert und schließt die Reaktanz kurz. Die Stellung des Schleusentores wird von nun ab von einem Kontaktamperemeter kontrolliert, das an einen in den Generatorleitungen eingeschalteten Stromtransformator angelegt ist. Hierauf bleibt der Kontroller stehen, das Anlassen und volle Anschließen des Generators hat im ganzen 45 s gedauert. Oszillogramme, die dem Aufsatz beigegeben sind, zeigen das Arbeiten des Generators in den verschiedenen Stadien des Betriebes.

In die Verbindungsleitung mit dem Dampfkraftwerk ist ein Ölschalter mit umgekehrter Zeitauslösung eingeschaltet, der die Zuleitung bei eintretendem Kurzschluß abtrennt. Beim Schadhaftwerden der Zuleitung wird vermittelst eines Notschalters die gesamte Fernschalteinrichtung an eine besondere Stromquelle im Dampfkraftwerk angelegt, die den Betrieb des Wasserkraftwerkes abstellt; die Maschinen bleiben dann so lange abgeschaltet, bis wieder Strom in der Zuleitung auftritt, worauf das Anlassen sofort wieder erfolgen kann. Beim übermäßigen Temperaturanstieg in einem Generator wird dieser durch Thermostaten selbsttätig abgestellt. Auch anderweitige Störungen und Unregelmäßigkeiten im Betrieb werden, wie ausführlich beschrieben wird, selbsttätig behoben.

Die automatischen Schalteinrichtungen sind mit allen Leitungsverbindungen in einem Holzkasten untergebracht, der mit dem Kontroller auf einem Betonsockel neben dem Generator steht. Meß- oder Reguliereinrichtungen sind im Wasserkraftwerk nicht vorhanden. Die Meßeinrichtungen für die Leistung der einzelnen Maschinensätze desselben sind auf der Schalttafel des Hauptwerkes untergebracht und mit den Stromtransformatoren in ersterem durch Hilfsleitungen verbunden. Die Anlagekosten sind keine höheren, wie die der normalen Zentralen gleicher Größe; die Betriebskosten sind natürlich geringere. (Gen. El. Rev. 20. Nr. 12, 1917.)

Leitungen.

Kraftübertragungsleitungen von großer Spannweite. Die Toledo Railways & Light Comp. in Toledo hat zwecks Verbindung mit dem Kraftwerk der Acme Power Comp. eine den Maumee River übersetzende Drehstromleitung von 390 m Spannweite errichtet. Darüber berichtet „Electr. Rev., Chicago, 2. 2. 1918". Zwischen zwei je 57 m hohen Gittermasten sind vier Drehstromleitungen von je drei untereinander angeordneten Hartkupferdrähten von 161 mm² Querschnitt und drei eiserne Blitzschutzseile, doppelt verzinkt, gespannt. Bei einer Eisbelastung von 12·7 mm Dicke, Winddruck von 41 kg pro m² und 112 km Windgeschwindigkeit, ergibt sich eine Gesamtbelastung von 35 t. Die drei Drähte eines Stromkreises sowie die Drähte benachbarter Stromkreise stehen 3 m im Abstand voneinander. Der Durchhang beträgt 15 m, der unterste Draht hängt bis auf 39 m Abstand vom Wasserspiegel herab, so daß die Züge der Pennsylvania Railroad und die Flußschiffe ungestört passieren können. Die Basis eines Gittermastes bedeckt eine Fläche von 12 × 9 m. Die vier Beine ruhen auf Betonsäulen, mit denen sie verankert sind, und die ihrerseits wieder auf einem Betonfundament, durch eingetriebene Holzpfähle geschützt sind. Bei der jetzt herrschenden Spannung von 23 000 V überträgt die Leitung 20 000 kW. Es ist jedoch beabsichtigt, die Spannung auf 66 000 V zu erhöhen, so daß die Leitung 60 000 kW übertragen wird.

Eine mehr als dreimal so große Spannweite weist die Übertragungsleitung über die Meerenge von Carquinez in Kalifornien auf. Dort wird auf sechs auf eisernen Türmen verankerten Stahldrähten Energie mit 40 000 V übertragen. Die Spannweite beträgt 1320 m, die lichte Höhe 60 m.

Von einer noch weiteren Leitungsüberbrückung berichtet die „Schweizer Bauz.". Von dem an den Shawinigan-Fällen gelegenen Kraftwerk führt eine 100 000 V-Leitung über den St. Lawrence River in die östlichen Gebiete der Provinz Quebec. In je 150 m Abstand vom Ufer sind zwei 1500 m abstehende Gittermaste von 105 m Höhe aufgestellt, zwischen welchen die Leitung gespannt ist. Jeder Turm ruht auf vier zylindrischen Betonfüßen von 3·3 m Durchmesser und 19·5 m Höhe, die 12 m tief unter die Flußsohle hinunterreichen. Die Leitung besteht aus drei Stahldrahtkabel, deren tiefster Punkt 48 m hoch über dem Wasserspiegel liegt.

Aber auch in Europa ist nach Zeitungsberichten kürzlich eine Fernleitung mit überaus großer Spannweite in Betrieb genommen worden. Es ist dies die den Högsfjord zwischen Helle und Oltesvik übersetzende Leitung in der Krafttübertragung Flörli-Stavanger in Norwegen. Der Fjord wird in einer Spannweite von 1382 m übersetzt. Es sind sechs Stahlkabel von 16 mm äußerem Durchmesser, jedes zwischen zwei Eisentürmen in 7 m Abstand vom Boden gespannt; die Türme an einem Ufer stehen 15 m voneinander ab. Die geringste Höhe des tiefsten Punktes der Leitung über Meeresspiegel beträgt 40 m, an der Fjordseite können aber 80 m hohe Schiffe durchfahren. Vorläufig werden 4000 kVA mit 32 000 V übertragen. Doch ist die Spannungserhöhung auf 55 000 V in Aussicht genommen.

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Apparate zur Heißwasserbereitung. F. Biermann beschreibt zwei neue Apparate bei welchen — ähnlich wie bei den elektrischen Dampfkesseln*) — das Wasser selbst den Elektrolyten bildet und die Stromwärme im Wasser zu seiner Erhitzung dient. Eigentliche Heizkörper fehlen auch hier. Bei dem Tauchsieder werden drei mit der Drehstromzuleitung verbundene Kohlenplatten 20 × 20 cm, in 1 bis 1·5 cm, Abstand durch einen durchgehenden Bolzen gehalten, in die zu erwärmende Flüssigkeit eingebracht. In 1 h werden 300 l Wasser von 8° auf 40° C gebracht; bei 220 V wurden 2 × 20 A, später 2 × 34 A aufgenommen. Die Regulierung der Erwärmung erfolgt durch Ab- und Zuschalten einer Platte. Auf diese Weise lassen sich in kurzer Zeit warme Bäder herstellen. In ähnlicher Weise ist die Durchlaufkanne eingerichtet, ein zylindrisches Gefäß mit drei ineinandergesteckten Zylinderelektroden. Die Kanne ist 25 cm hoch und mißt 15 cm im Durchmesser. Das kalte Wasser lauft in den inneren Zylinder und strömt durch eine Tülle am Umfang der Kanne erwärmt ab. Man hängt die Kanne an die Wasserleitung an, es strömt dann warmes Wasser ab, dessen Temperatur mit der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers sich ändert. (E. T. Z. 39, Heft 13, 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Permanente Magnete. F. C. Kelley gibt eine Zusammenstellung einiger beachtenswerter Arbeiten betreffend den permanenten Magnetismus. Nach einer Veröffentlichung von S. P. Thompson (Journ. Inst. Electr. Eng., Band 50, S. 80 bis 142) ist bei den Kohlenstoffstählen die magnetische Permeabilität umgekehrt, der Betrag des permanenten Magnetismus jedoch direkt proportional dem Kohlenstoffgehalt. Es hängt daher die Koerzitivkraft, nicht aber die Remanenz von dem C-Gehalte ab. Die Koerzitivkraft erreicht bei 1·5% C etwa $H_c = 50$. (Die von Arnold gemachte Annahme, daß ein Subkarbid $Fe_{24}C$ die Permanenz bestimmt, findet bei den Metallographen keinen Anklang. D. Ref.) Gewisse legierte Stähle zeichnen sich durch magnetische Härte aus. Der Mushetstahl enthält 7 bis 12% W neben 1½ bis 2% C. Auch durch einen Zusatz von Mo, Cr, Mn und V wird die Härte der Magnetstähle erhöht. Allevardstahl ist ein sehr guter Magnetstahl mit 5½% W und 0·59% C. Die Form und Abmessungen des Magnets sind von großem Einfluß

*) E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 176.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 20, Seite 235.

Digitized by Google

auf seine Remanenz, indem die Pole jedes Magneten eine entmagnetisierende Wirkung auf den Magnetkörper selbst ausüben. Je kürzer der Magnetstab, umso größer ist die entmagnetisierende Wirkung. Bei geschlitzten Ringen ist sie fast proportional der Breite des Schlitzes. Das Schmieden des Magnetstahles ist bei möglichst niedriger Temperatur durchzuführen. Behufs Härtung ist der Stahl zunächst durch 5 Minuten auf 950° zu erhitzen und dann bei 700° in einer Salzlösung oder Öl von 20° abzuschrecken. Die besten Kohlenstoffstähle von Frau Curie enthielten 0·84 und 1·2% C und zeigten, bei 770° abgeschreckt, eine Remanenz von 670 bezw. 645 und die Koerzitivkraft 58 bezw. 53. Gewisse Wolframstähle werden besser, wenn man sie zwischen 770 und 850° abschreckt. Der nicht abgeschreckte Alexardstahl besitzt eine Remanenz von 900 und eine Koerzitivkraft von 26. Dünne Magnete können bis zur strohgelben, stärkere bis zur blauen Anlaßfarbe erhitzt werden. Die zur Magnetisierung benutzten Spulen sollen etwa doppelt so lang sein wie der Magnetstahl. Kurze Magnete legt man zwischen die Pole eines Elektromagneten. Die benutzten Felder sollen nicht schwächer sein als H = 250. Von einem gewissen Vorteil ist eine wiederholte Umkehrung des Magnetismus, zuletzt aber soll der Strom nur langsam auf Null sinken. Günstig wirken auch leichte mechanische Stöße. Mit der Zeit verlieren permanente Magnete einen Teil ihres Magnetismus; mechanische Stöße und Temperaturwechsel beschleunigen diesen Vorgang. Gereift werden sie durch Kochen oder Dämpfen während 10 bis 12 Stunden oder durch Erhitzen auf 60° C durch 20 Stunden.

C. F. Burgess und I. Aston (Metallurg. Chem. Eng. 1910, S. 673) fanden, daß Chrom bis zu 16·65% keine hohen Koerzitivkräfte liefert. Die besten Legierungen hatten 5 bis 6% Cr neben 0·75 bis 1% oder 0·3 bis 0·5% C. In reinem Eisen gibt Chrom kein gutes Material. Vanadin erhöht die Härte. Mangan gibt mit reinem Eisen kein gutes magnetisches Material, weil die Remanenz zu niedrig ist. W-Fe-Legierungen sind nicht gut. Einige der besten Legierungen zeigt die folgende Tabelle:

Zusammensetzung	vor der Reifung		nach der Reifung	
	Remanenz	H_c	Remanenz	H_c
8 Mo, 0·3 V, 0·6 C	11 750	53·7	5000	52·2
5 W, 0·5 C	11 700	59·0	5200	52·5
5 Cr, 3 Mn, 4 Mo, 1 Si	11 350	55·8	5300	64·7
1 Mn, 10 Mo, 0·5 C	10 750	58·4	5400	57·5
7 W, 0·3 V, 0·6 C	10 450	39·4	5600	81·0

I. A. Matthew (Proc. Am. Soc. f. Testing Materials 1914, 50 bis 66) schlägt eine neue Einheit Br/H_c vor, um die magnetische Qualität des Stahles auszudrücken. Das erwähnte Verhältnis der Remanenz zu der Koerzitivkraft bleibt oberhalb H = 200 meistens konstant. Sehr interessant sind die Untersuchungen über den Einfluß der Größe des Magneten auf die magnetischen Eigenschaften eines Stahles mit 0·65% C, 5·22% W, 0·3% Mn. Der Durchmesser der Probestäbe wurde geändert, während das Verhältnis der Länge zum Durchmesser unverändert blieb. Beim Abschrecken von 900° C im Wasser zeigte sich, daß die Induktion B sowie die Restinduktion Br mit abnehmender Größe abnahm, während Br/H_c beim größten Durchmesser den größten Wert aufwies. Dies widerspricht den Erfahrungen an Hufeisenmagneten. Beim Abschrecken von 875° C im Öl war das Ergebnis umgekehrt. Bei einem anderen Stahl mit 0·61% C, 0·54% Si, 0·82% Mn und 0·80% Cr erwiesen sich beim Abschrecken sowohl im Wasser als auch im Öl die größten Probestücke als die besten. Vergleichsversuche über den Einfluß des Härtebades auf die Härte und die magnetischen Eigenschaften haben ergeben:

Härtebad	Abschreck-temperatur	Brinell-Härte	Br	H_c
kaltes Wasser	815°	594	11 415	44·66
Öl	843°	534	9 040	52·40
siedendes Wasser	843°	548	10 285	50

(General Electric Review, 20. Heft 7, 1917.)

Strahlungslehre.

Spannungsschwankung und Transformatorklemmenspannung bei Röntgenaufnahmen. A. Schönfeld untersucht die Veränderungen, die bei längerem Betriebe eines Röntgeninstrumentariums in der Stärke des Röhrenstromes und der Härte der Strahlen eintreten. Er findet, daß die Spannungsschwankungen eines städtischen Elektrizitätsnetzes oft so beträchtlich sind, daß unter sonst gleichen Bedingungen Röntgenstrahlen verschiedener Härtezusammensetzung entstehen. Ferner sieht er in den Spannungswerten, die über der Primärspule des Induktors liegen, ein einfaches Maß für die Härte der Röhre und empfiehlt in allen praktischen Anlagen ein Transformatorklemmen-Voltmeter an der Primärseite anzubringen, das direkt in Härtegraden nach einer der gebräuchlichen Skalen geeicht werden müßte.

(Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen, Bd. XXV., 1918.)

Literatur-Bericht.

Die Grundgesetze der Wärmestrahlung und ihre Anwendung auf Dampfkessel mit Innenfeuerung. Von Ing. M. Gerbel, beh. aut. Zivil-Ingenieur und Dampfkesselinspektor. Mit 26 Textfiguren. Berlin 1917, Verlag von Julius Springer (Preis geh. Mk. 2·40).

Durch die außerordentlichen Fortschritte, die die Erforschung der Strahlungserscheinungen in der letzten Zeit gemacht hat, insbesondere durch die Aufdeckung des Verhältnisses der abgegebenen oder aufgenommenen Strahlungswärme zur Temperatur der Körper, sind die Wärmetechniker veranlaßt worden, der Wärmestrahlung erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden, zumal die auf möglichst ökonomische Verwendung der Heizmaterialien abzielende Ausbildung der modernen Feuerungstechnik immer mehr die genaue Berücksichtigung aller bei der Konstruktion und Benutzung der Feuerungen in Betracht kommenden Umstände erfordert. Ein Zeichen dieser erhöhten Aufmerksamkeit sind die in letzterer Zeit mehrfach zu verzeichnenden Darstellungen wärmetechnischer Spezialprobleme vom Standpunkte der neuesten physikalischen Forschungsergebnisse durch Theoretiker, welche Darstellungen deshalb besonders zu begrüßen sind, weil weder die physikalischen, noch die technischen Studienwerke unter dem Zwange des riesigen, zu behandelnden Stoffes auf sie Rücksicht zu nehmen vermögen.

Ein derartiger, höchst dankenswerter Versuch, die theoretischen Ergebnisse der physikalischen Forschung über die Strahlungserscheinungen auf ein wichtiges, praktisches Sondergebiet der Feuerungstechnik anzuwenden, liegt uns in dem Buche von Gerbel vor.

Nach einer allgemeinen Einleitung über die Wärmeübertragung durch Strahlung im Gegensatze zu der durch Konvektion und Leitung, in welchem Abschnitte auch einige ältere Strahlungsformeln angeführt werden, bespricht der Verfasser zunächst die Strahlungskonstante im Stephan-Boltzmannschen Strahlungsgesetz, wobei jedoch die maßgebende Formel in einer Form gegeben wird, die voraussetzt, daß die strahlende Fläche von der bestrahlten ganz umgeben ist. Da dieser Fall in der Praxis kaum jemals auftritt, ist der nächste Abschnitt der Erörterung des Einflusses gewidmet, den der Winkel zwischen zwei Flächen bestimmter Größe auf die der einen von der anderen durch Strahlung mitgeteilte Wärmemenge nimmt, ein Problem, über das in der Wärmelehre sehr wenig zu finden ist. Die gewonnenen Ergebnisse werden dann auf die strahlende Rostfläche im innengefeuerten Kessel angewendet, und zwar auf einige Einzelkonstruktionen. Der Verfasser betrachtet hier die kreisförmige Rostfläche in der stehenden zylindrischen Feuerbüchse, die rechteckige Rostfläche in der Lokomotivfeuerbüchse und die rechteckige Rostfläche im Flammrohr. Hiebei läßt es der Verfasser nicht bei der Anpassung der mathematischen Ausdrücke an die besonderen Fälle bewenden, sondern die sich ergebende Wärmeverteilung über die einzelnen Teile der betrachteten Konstruktionen wird durch Diagramme dargestellt, und zwar nicht bloß durch zweidimensionale, sondern auch durch ganz besonders instruktive dreidimensionale. Der Verfasser hat sein Ziel, auf ein engbegrenztes, doch praktisch wichtiges, theoretisch aber unausgebautes Spezialgebiet der Wärmetechnik neues Licht zu werfen, vollinhaltlich erreicht.

Dr. G. Dimmer.

Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge von Ed. Donath und A. Gröger, Professoren an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn. Verlag von Julius Springer in Berlin, 1917, 171 S. mit 7 Textfiguren. Preis Mk. 6·80.

Gemäß dem Vorworte ist die vorliegende Schrift in erster Reihe für jene Besitzer von Kraftfahrzeugen bestimmt, die eine genauere Kenntnis der Treibmittel und einen Einblick in die chemisch-physikalischen Vorgänge der Kraftfahrzeuge gewinnen wollen. Nachdem jedoch die in Betracht kommenden Motorbetriebsstoffe (Benzin, Gasolin, Petroleum, Destillate des Braunkohlenteers und des Schieferteers, Benzol, Naphtalin, Spiritus) nicht nur vom Gesichtspunkte ihrer Eignung für Kraftfahrzeuge besprochen werden, sondern darüber hinaus auch reichhaltige Angaben über die wirtschaftlichen und statistischen Verhältnisse und die technischen Gewinnungsmöglichkeiten vorhanden sind, so wird die Publikation auch dem außerhalb des engeren Kreises der Kraftfahrer stehenden Leser von Nutzen sein. Dies gilt besonders in der heutigen Zeit, wo zum Beispiel die Verwertung heimischer bituminöser Schiefer (nach Stremme könnten aus den deutschen Posidonienschiefern 111 Milliarden l Öl gewonnen werden), die Lebensdauer der Steinkohlenlager, die wirtschaftliche Ausnutzung der Steinkohlen usw. Fragen von aktuellster Bedeutung darstellen. Nicht unerwähnt soll es bleiben, daß in der Schrift auch die speziell österreichischen Verhältnisse eine weitgehende Berücksichtigung gefunden haben und durchwegs neueste Quellen herangezogen worden sind.

Nach der Besprechung der Treibmittel und der von verschiedenen Seiten empfohlenen Mischungen derselben wird die Abhängigkeit der Vergaserkonstruktionen von der Beschaffenheit der Treibmittel kurz beschrieben. Bei der Gelegenheit stellen die Verfasser fest, daß unsere Fabriken durch Verbesserung des Kom-

Digitized by Google

pressionsraumes ihre Motoren bereits dahin gebracht haben, daß sie mit Inlandsbrennstoffen (Benzol und Spiritus) ohne weiteres besser arbeiten als mit Benzin. Die den Schriften Dieterichs entnommene Anleitung zur Untersuchung der Treibmittel gestattet auch dem Nichtchemiker, durch einfache Proben (Verdunstungsprobe, spezifisches Gewicht, Farbe, Verhalten gegen Lakmus usw.) in kurzer Zeit die Beschaffenheit des Motorbetriebsstoffes festzustellen. Bei dieser Vielseitigkeit des Inhaltes und dem wissenschaftlichen und praktischen Wert desselben wird die Publikation zweifellos nicht nur bei den Kraftfahrern sich viele Freunde erwerben.

Zwei kleine Schönheitsfehler könnten leicht vermieden werden: die dem hiesigen Leser wenig geläufigen britischen Maßeinheiten (Kubikfuß, Gallon, Barrel, British Thermal Unit) in der Wiedergabe eines amerikanischen Berichtes und Figuren mit im Text selbst nicht erwähnten Bezugsziffern. Die bei der Beschreibung der Abb. 4 vorkommende Bezugsziffer 21 fehlt in dieser Figur.

Dr. Vondráček.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

Transformatoren.

(Fortsetzung von Heft 22, Seite 260.)

Bei einem Transformator, den man sekundär mit einem Kondensator belastet, kann man erreichen, daß bei allen Werten der Nutzbelastung der Phasenwinkel zwischen den Vektoren der primären Stromstärke und der sekundären Nutzstromstärke fast 180° ist, ja bei bestimmten Werten der Nutzbelastung sogar genau gleich 180°. Die geringen Abweichungen von 180° kann man gemäß einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin verringern, wenn man den Transformator sekundär noch mit einer eisenhaltigen Drosselspule belastet, deren Eisenkern so bemessen ist, daß sie bei voller Nutzbelastung des Transformators über dem Knie der Magnetisierungskurve arbeitet. Durch das Zusammenwirken von Kondensator und Drosselspule setzt sich die Magnetisierungskurve des ganzen Leerlaufstromes zusammen aus einem Teil, der langsamer wächst als das wirksame Feld, und aus einem zweiten Teil, der rascher wächst als das wirksame Feld. Infolgedessen nähert sich die Beziehung zwischen ihr und dem wirksamen Feld der Proportionalität, also dem Gesetz, das für die vollkommene Wirkung des Kondensators, Voraussetzung ist. (D. R. P. Nr. 296 839.)

Tritt in der Zuleitung eines mehrphasigen Transformators mit geerdetem Nullpunkt ein Erdschluß auf, so wird die Wicklung der betreffenden Phase kurzgeschlossen. Dadurch erhalten, wenn der Nullpunkt des Generators nicht auch geerdet ist, die übrigen Phasen eine gegenüber der normalen erhöhte Spannung. Damit die Erwärmung des Eisens nicht zu hoch wird und etwa die Wicklung durch den erhöhten Magnetisierungsstrom verbrennt, mußte man solche Transformatoren reichlich bemessen. Statt der durch die Erdung kurzgeschlossenen Transformatorsäule dient eine besondere unbewickelte Säule der Rückleitung des Kraftflusses. Gemäß einer Erfindung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) erdet man den Nullpunkt nicht unmittelbar, sondern über Wicklungen, welche auf der überzähligen Säule liegen, zum Beispiel so wie in Abb. 24 dargestellt. Durch diese Anordnung gelangt man zu nennenswerten Materialersparnissen. (Schw. P. Nr. 75 702.)

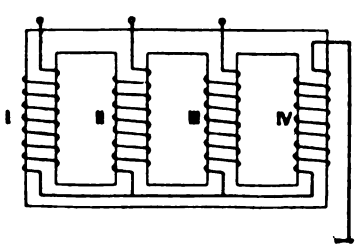


Abb. 24.

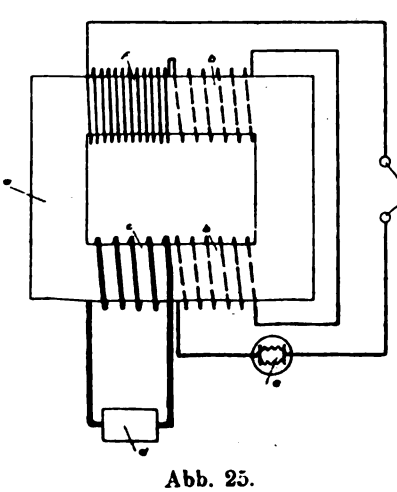


Abb. 25.

Ein Transformator der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin ermöglicht eine derartige Regelung des Sekundärstromes, daß er kontinuierlich anwächst oder abnimmt. Der Eisenkern *a* (Abb. 25) trägt feste Spulen *f*, *c* und eine regelbare Spule *b*. Die Wicklung dieser Spule kann vom einen Schenkel des Eisenkernes auf den andern abgewickelt werden. Die Kombination der als Primärspulen wirkenden Spulen *f* und *b* gestattet, den magnetischen Fluß im Kern *a* von einem Maximum bis auf 0 kontinuierlich zu regeln, je nachdem die Windungen von *b* gleichsinnig oder ungleichsinnig mit der Spule *f* aufgewickelt werden. Dieser Fluß durchsetzt die feste Sekundärspule *c*; ist der äußere Widerstand *d* dieser Spule *c* konstant, so ändert sich der Strom in *c* je nachdem *b* geschaltet ist. *e* ist ein Eisenwiderstand oder ein in Abhängigkeit von der Drehung der Spule *b* regelbarer Widerstand. Werden immer mehr Windungen von *b* einander entgegengeschaltet, dann sinkt die Sekundärspannung, steigt die Spannung an *e* und verringert sich der Strom in *c*; der Strom im Primärkreis ändert sich dabei nicht. Die Regelung im Kreise der Spule *c* ist dadurch stoßfrei. (D. R. P. Nr. 292 718.)

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin ließen sich einen Transformator patentieren, der dazu dient, ein Neunphasensystem aus einem Drehstromsystem zu speisen. Der Dreiphasentransformator *t* (Abb. 26) hat für jeden der aus dem Dreiphasensystem *I*, *II*, *III* gespeisten Primärwicklungszweige p_1, p_2, p_3, fünf zugeordnete Sekundärwicklungszweige. Die Windungszahlen dieser Sekundärzweige stehen zueinander im Verhältnis der geraden Strecken, die im Diagramm der Abbildung innerhalb eines Kreises, auf dessen Umfang neun Punkte 1—9 systematisch gelegen sind, dargestellt sind.

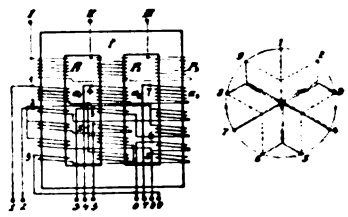


Abb. 26.

Das eine sekundäre System wird durch drei je einem Primärzweig zugeordnete Windungszweige von gleicher Windungszahl a_1, a_2, a_3 gebildet, die in Stern geschaltet sind. Der Strom für das Neunphasensystem wird den freien Enden 1, 4 und 7 der drei Wicklungszweige entnommen und drei um 120° elektrisch voneinander entfernten Speisepunkten des Neunphasensystems zugeführt. Die anderen Wicklungssysteme bestehen aus je zwei aneinandergeschalteten Wicklungszweigen von verschiedener Windungszahl, die benachbarten Primärzweigen zugeordnet sind. Die freien Enden der Zweige mit der größeren Windungszahl sind an den Nullpunkt der ersten Gruppe angeschlossen. Von den freien Enden der Zweige mit der kleineren Windungszahl werden die zwischen den drei genannten Speisepunkten gelegenen Speisepunkte 2—3, 5—6 und 8—9 des Neunphasensystems mit Strom gespeist. Dabei können die gleichen und einander parallel gelegenen Wicklungszweige eines Schenkels zu einem einzigen Zweig vereinigt werden. (D. R. P. Nr. 294 629.)

Eine Wicklungsanordnung für Transformatoren sehr hoher Spannung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) bezweckt, ein möglichst geringes Spannungsgefälle zwischen der Wicklung und dem Gestell zu erhalten. In Abb. 27 ist *k* der Kern des Transformators und *w* die Hochspannungswicklung. Diese ist auf jedem bewickelten Kernteil in zwei gleiche Hälften *a*, *b*, *a'*, *b'* von entgegengesetztem Wicklungssinn geteilt. Der Strom teilt sich in den Verzweigungspunkten *c*, *c'* und durchfließt die Wicklungshälften in einem solchen Sinne, daß sich die Amperewindungen addieren. Die momentane Strom- und Feldrichtung ist in der Abbildung durch Pfeile angedeutet. Die Verbindungsleitungen *d*, *d'* der letzten Spulen haben das niedrigste Potential gegen Erde und können, wenn erwünscht, geerdet werden. Auch kann man sie, da ihr Potential gleich ist, miteinander verbinden. Vom Gesamtpotential der Außenleitungen entfällt auf jede Teilspule die Hälfte. (Schw. P. Nr. 72 551.)

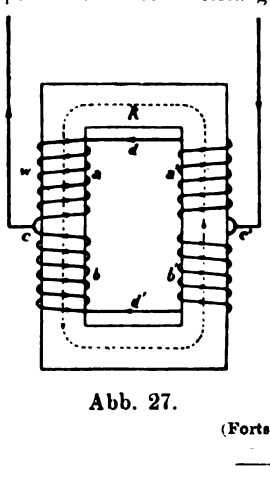


Abb. 27.

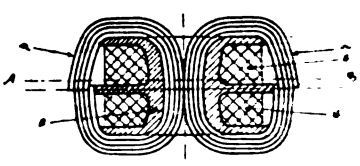


Abb. 28.

Der Eisenkern eines Klingeltransformators wird nach E. Moser-Glaser in Basel (Schweiz) so hergestellt, daß Bänder *a* (Abb. 28) aus Eisen spiralig um die Stromspulen *b* gewickelt werden, die von einem Isolierkörper *c* getragen werden. (Schw. P. Nr. 71 507.)

(Fortsetzung folgt.)

Berichtigung.

Die Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten, von Dr. Ing. Robert Moser, Hefte 15 und 16.

„Auf Seite 174 soll in Gleichung 5) ε_2 statt ε_3 stehen.

Auf Seite 175, Spalte 2, fehlt im Text im Beginn des dritten Absatzes beim Worte ‚seinerzeit' das Bezugszeichen für die Fußnote. Dieselbe betrifft einen Hinweis auf die in E. u. M. 1914, Heft 32, veröffentlichte Arbeit des Verfassers: ‚Das vereinfachte Kreisdiagramm des Repulsionsmotors'.

Auf Seite 189, Spalte 2, sind vor Gleichung 21) am Rande die Zeichen ε und η vertauscht. Es soll richtig heißen: $\varepsilon_1 = \pi - \eta_1$ und , . . . in welchen man ε durch $\pi - \eta$ zu ersetzen hat".

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
16. Juni 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 24.
36. Jahrgang.

INHALT:

Der Einschaltstrom des Transformators. Von Dr techn. Milan Vidmar 273
Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hülfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken Von J. Teichmüller 277
Rundschau 279
Literatur-Bericht 281
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 282
Briefe an die Schriftleitung 283
Vereinsnachrichten 284

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Der Einschaltstrom des Transformators.

Von Dr. techn. **Milan Vidmar,** Wien.

Für den modernen Transformatorenbau haben nach und nach die vorübergehenden elektrischen Erscheinungen eine große Bedeutung gewonnen. Die Spannungsstöße, die beim Ein- und Ausschalten auftreten, gaben schwierige konstruktive Probleme auf, und die Stromstöße mußten bei modernen, gut ausgenützten Konstruktionen ebenfalls berücksichtigt werden.

Die Strom- und Spannungsstöße ziehen das konstruktive Problem des Transformators endlich wieder ins rein elektrische Gebiet, nachdem lange Zeit die Erwärmungsfrage die Hauptrolle gespielt hat. Eigentümliche Schwierigkeiten bringen sie auf, Schwierigkeiten, die bei älteren Konstruktionen zuweilen Unfälle verursachten, aber doch nicht voll beachtet werden konnten, weil sie zu schwach ausgebildet waren. Die hohen Spannungen, die hohen Leistungen und die hohen Sättigungen im Eisen ließen erst die vorübergehenden Strom- und Spannungserscheinungen klar hervortreten und so kommt es, daß die Konstruktionslehre jetzt erst die Probleme zu lösen bekommt, die eigentlich zu den Grundlagen des Transformatorenbaues gehören.

Neben dem Kurzschlußstrom, der bei Unfällen den Transformator mechanisch gefährdet, ist der Stromstoß, den der Transformator beim Einschalten zuweilen auszuhalten hat, eine sehr wichtige Größe. Auch er kann die Konstruktion mechanisch in Gefahr bringen. Unangenehm wird er z. B. beim Zuschalten eines Transformators ans Netz, wenn die sekundäre Belastung noch fehlt, weil ja da sehr oft die primären Sicherungen nicht widerstehen und der Betriebsmann in seiner Ratlosigkeit einen schweren konstruktiven Fehler vermuten muß.

Der Verfasser wurde vor einigen Jahren zu einem kleinen Transformator von 10 kVA Leistung gerufen, der sich absolut nicht einschalten ließ. Er hätte mit anderen Transformatoren parallel arbeiten müssen, er mußte deshalb vorläufig mit offenem Sekundärstromkreis angeschlossen werden. Keine Sicherung widerstand. Natürlich fiel der Verdacht des Verfassers sofort auf den Einschaltstromstoß, weil die normale Sättigung des Transformators ziemlich hoch gewählt wurde.

Der interessante Fall aus der Praxis führte zu einer eingehenden Untersuchung der Erscheinung des Einschaltstromstoßes. Das Ergebnis soll im nachstehenden berichtet werden, obwohl es zum Teil auch bekanntes enthält. Das hier vorliegende Problem ist exakt nicht zu lösen. Der rein theoretische Teil, der mit Vernachlässigungen arbeitet, ist schon lange ein Teil der Theorie des Transformators. In Arnolds „Wechselstromtechnik", 1. Bd., 2. Auflage, ist er in mustergiltiger Weise erledigt worden. Der praktische Teil, der hier beigegeben ist, dürfte interessante Einzelheiten bringen, die nicht nur für den Konstrukteur, sondern auch für den Betriebstechniker von Interesse sind.

Der sekundär offene Transformator unterscheidet sich in seinem Verhalten in keiner Weise von einer Drosselspule mit Eisenkern. Er muß der aufgedrückten Spannung einerseits die Selbstinduktionsspannung entgegensetzen, andererseits aber verbraucht er sie durch den Spannungsabfall, den der eindringende Strom im Widerstand der Wicklung bildet.

Das elektrische Gleichgewicht läßt sich mathematisch sehr leicht ausdrücken. Bezeichnet man zu diesem Zweck mit

E den Maximalwert der aufgedrückten Spannung (Volt),
B_n den Maximalwert der Kraftliniendichte im normalen Betrieb (Kraftlinien/cm²),
B_0 die Kraftliniendichte im Augenblicke des Einschaltens (Kraftlinien/cm²),
α den elektrischen Zeitwinkel für den augenblicklichen Spannungswert im Augenblick des Einschaltens,
w die primäre Windungszahl,
F_e den Eisenquerschnitt der Transformatorsäule (cm²),
J den Augenblickswert des Einschaltstromes (A) zur Zeit
t (Sekunden) nach dem Einschalten und mit
B die Kraftliniendichte in demselben Augenblicke,
R den Ohmschen Widerstand der Primärwicklung (Ohm), endlich mit
ω die elektrische Winkelgeschwindigkeit des aufgedrückten Stromes, so bekommt man die Gleichung

$$E \sin(\alpha + \omega t) = w \cdot F_e \cdot 10^{-8} \cdot \frac{dB}{dt} + J \cdot R \quad \ldots \quad 1),$$

die sich mit Benützung der bekannten Beziehung

$$E = \omega \cdot F_e \cdot w \cdot 10^{-8} \quad \ldots \quad 2),$$

auch in die Form

$$\left.\begin{aligned} \omega \cdot F_e \cdot 10^{-8} B_n \cdot w \cdot \sin(\alpha + \omega t) = \\ = w \cdot F_e \cdot 10^{-8} \frac{dB}{dt} + J \cdot R \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 3)$$

bringen läßt.

Die Auflösung dieser Differentialgleichung ist theoretisch erst möglich, sobald der physikalische Zusammenhang zwischen den augenblicklichen Werten der Kraftliniendichte und des Stromes, also zwischen B und J gegeben ist. Die Gleichung der Magnetisierungskurve müßte demnach bekannt sein. Diese eine Voraussetzung ist exakt unerfüllbar; aber selbst dann, wenn man irgend einen Näherungsweg betritt, ist die Integration der Gleichung 3, außerordentlich schwierig.

Die genaue mathematische Lösung ist beim vorliegenden Problem, wie bei vielen anderen technischen Problemen nicht so wichtig, daß sie mit schwierigen Rechnungen und unübersichtlichen Resultaten erkauft werden müßte. Viel wertvoller ist ein klarer Überblick über die Hauptsache der Erscheinung und ein einfaches, leicht verständliches Resultat.

Den Weg der Vernachlässigung geht auch die oben zitierte Arbeit in Arnolds „Wechselstromtechnik".

Digitized by Google

Ebenso wie dort wollen wir hier zunächst den Ohmschen Widerstand der Wicklung vernachlässigen und bekommen mit:

$$R = 0$$

die einfache Gleichung:

$$B_n \cdot \omega \cdot \sin(\alpha + \omega t) = \frac{dB}{dt} \quad \ldots \quad 4),$$

die sich ohneweiters auflösen läßt.

Mit einer Konstanten C bekommt man zunächst:

$$-B_n \cos(\alpha + \omega t) = B + C$$

und dann, da für

$$t = 0$$
$$B = B_0$$

werden muß:

$$C = -B_n \cos \alpha - B_0,$$

was das Resultat

$$B = B_0 + B_n [\cos \alpha - \cos(\alpha + \omega t)] \quad \ldots \quad 5)$$

gibt.

Die Näherungslösung läßt einen guten Überblick über die Erscheinung des Einschaltstromes zu. Zunächst zeigt sie, daß es nicht gleichgiltig ist, in welchem magnetischen Zustand der Eisenkern des Transformators im Augenblicke des Einschaltens war. Der remanente Magnetismus, der B_0 bestimmt, spielt eine bedeutende Rolle. Man sieht sofort, daß der Einschaltstrom umso höher steigen muß, je stärker der Eisenkern bereits in dem Sinne magnetisiert ist, indem ihn der eindringende Strom zu erregen versucht.

Eine ganz bedeutende Rolle spielt aber der Augenblickswert der aufgeschalteten Spannung. Man sieht ohneweiters ein, daß die Sättigung im Eisen umso höher getrieben wird, je kleiner der Winkel α, je kleiner also der Augenblickswert der Spannung ist. Wenn im ungünstigsten Fall die Spannungswelle gerade durch den Nullwert geht, erfolgt der größte Stromstoß. In diesem Falle, der bei der konstruktiven Berücksichtigung des Einschaltstromes natürlich erwartet werden muß, ergibt sich mit:

$$\alpha = 0$$

die einfachere Gleichung:

$$B = B_0 + B_n (1 - \cos \omega t) \quad \ldots \quad 6).$$

Hätte die Transformatorenwicklung keinen Ohmschen Widerstand, so könnte die Sättigung im Eisen ganz außerordentliche Werte erreichen. Natürlich ist der gefährlichste Zeitpunkt eine halbe Periode nach dem Einschalten, also, wenn

$$\omega t = \pi$$

wird.

In diesem Falle gilt die Beziehung:

$$B = B_0 + 2 B_n$$

und da im schlimmsten Falle auch noch

$$B_n = B_0$$

werden könnte, hätte man den äußersten Wert der Sättigung nach der Gleichung

$$B = 3 B_n$$

zu erwarten.

Bis zur dreifachen Sättigung im Eisen könnte es theoretisch der Einschaltstrom bringen, wenn die Wicklung widerstandslos wäre. Natürlich würde bei den heute im Transformatorenbau üblichen Sättigungen der Schaltstromstoß riesige Werte annehmen. Es ist allgemein üblich, in der Eisensäule auf 13 000 bis 14 000 Kraftlinien/cm² zu gehen. Zu Sättigungen von 40 000 Kraftlinien pro cm² gehören derartige Magnetisierungsströme, daß der normal kleine Ohmsche Widerstand der Wicklung unbedingt berücksichtigt werden muß.

Wenn bei der Bestimmung des Einschaltstromstoßes der Widerstand der Wicklung doch berücksichtigt werden muß, so muß versucht werden, ohne Rechnung festzusetzen, in welcher Weise die Leitfähigkeit des Kupfers den Einschaltstrom mitbestimmt. Es muß also durch physikalische Überlegung das erreicht werden, was aus dem einfachen Ansatz der Gleichung 1) nicht herausgeholt werden kann.

Es ist in der Tat möglich, einen Fixpunkt in dem Problem der schwierigen Erscheinungen zu gewinnen. Die Frage kann nämlich beantwortet werden, wo der höchste Stromwert in der ersten Periode des Einschaltens eintritt. Nach der einfachen Rechnung, die den Widerstand der Wicklung nicht berücksichtigt, müßte natürlich der Höchstwert des Stromes nach der ersten halben Periode auftreten, wenn die Spannung wieder durch den Nullwert geht. Es ist dies eben der Augenblick der dreifachen Kraftliniendichte gegenüber dem normalen Betrieb. In Wirklichkeit muß der höchste Stromstoß früher erreicht sein, denn, wenn der Stromhöchstwert erreicht ist, wenn also in zwei aufeinanderfolgenden Augenblicken die Höhe des Stromes und infolgedessen auch die Kraftliniendichte unverändert bleibt, muß der Ohmsche Spannungsabfall ganz allein der aufgedrückten Spannung entgegentreten. Wenn aber nach einer halben Periode, vom Augenblick des Einschaltens an gerechnet, die augenblickliche Spannung der Stromquelle wieder verschwindet, so verschwindet nicht gleichzeitig der Spannungsabfall, der im Gegenteil sehr groß ist. Der Ausgleich ist früher zu erwarten und es ist nicht schwer, zu erkennen, wann. Leicht kann man sich überzeugen, daß der höchste Stromwert keinesfalls vor dem Beginn der zweiten Viertelperiode auftreten kann, also nicht früher, bevor die Spannung nicht wieder abzunehmen beginnt.

Wenn der Transformator im Augenblicke des Spannungsnullwertes eingeschaltet wird, so muß der wachsenden aufgedrückten Spannung die Gegenspannung durch Verstärkung des magnetischen Feldes entstehen. Bei kleinen Sättigungen ist natürlich der Magnetisierungsstrom so klein, daß er gegenüber dem Belastungsstrome des arbeitenden Transformators gar nicht in Betracht kommt. Das Feld muß daher allein der aufgedrückten Spannung entgegentreten. Je höher aber die von außen kommende Spannung steigt, umsomehr muß der Ohmsche Spannungsabfall des Magnetisierungsstromes mitwirken, weil die Durchflutung der Wicklung naturgemäß unverhältnismäßig schneller größer werden muß als die Kraftliniendichte.

Der Ohmsche Spannungsabfall übernimmt ganz die Rolle der Gegenspannung, wenn die Kraftliniendichte nicht mehr steigt, wenn also der Strom seinen Höchstwert erreicht. Der Strom muß aber zunehmen, solange die Spannung steigt, er muß wenigstens durch den Widerstandsabfall die Gegenspannung vergrößern, umsomehr, als er nicht imstande ist, die induzierte Gegenspannung auf gleicher Höhe zu halten. Erst im Momente des Spannungshöchstwertes, also nach der ersten Viertelperiode, kann er auf seinem Werte stehen bleiben, wenn er imstande ist, im Widerstand des Kupfers die Aufschaltspannung zu überwinden.

Die hier festgestellte Tatsache hat für den Transformatorenbau eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Es gibt nämlich Transformatoren, bei denen im ungünstigsten Falle der Einschaltstrom tatsächlich bereits nach einer Viertelperiode zu seinem Höchstwert aufgestiegen ist. Jedenfalls aber kann sie zu folgendem Gesetze geformt werden:

Der Einschaltstrom kann im schlimmsten Falle mit seinem Höchstwert den normalen Vollaststrom in demselben Verhältnis übersteigen wie die Betriebsspannung den normalen Ohmschen Abfall der Primärwicklung.

Digitized by Google

Theoretisch kann demnach der Einschaltstrom weit unangenehmer werden als der Kurzschlußstrom. Er braucht sich ja nur gegen den Ohmschen Widerstand der Primärwicklung durchzusetzen, während der Kurzschlußstrom die Ohmschen und die induktiven Widerstände beider Wicklungen zu überwinden hat. Er ist aus diesem Grunde eine außerordentlich wichtige Betriebsgröße für den Transformator.

Für den Konstrukteur kann die einfache Betrachtung von großem Werte sein. Sie zeigt ihm, daß es nicht gleichgültig ist, wie er die Kupferwärme auf die beiden Wicklungen des Transformators verteilt. Je mehr Wärmelast er auf die Primärseite legt, umso besser sichert er die Konstruktion gegen die unangenehmen Stromstöße. Allerdings hat er gewöhnlich nicht freie Hand. Der Kühlapparat ist zu empfindlich, als daß er jede Anordnung zulassen würde. Aber kleine Transformatoren leiden wenig unter den Abkühlungsschwierigkeiten. Gerade sie aber müssen gegen die Unannehmlichkeiten des Einschaltens besonders gesichert werden.

Dies ist nicht schwer nachzuweisen. Nimmt man an, man hätte eine Konstruktion gefunden, bei der gerade im Augenblick des Spannungshöchstwertes der Einschaltstrom zu erwarten wäre, so kann man leicht finden, wie die Leistung, wie die Größe des Transformators eingreift. Man muß sich allerdings zunächst darüber klar werden, welche Bedingungen bei dieser Ausgangskonstruktion erfüllt sein müssen.

Wenn der Höchstwert des Einschaltstromes im Widerstand der Primärwicklung gerade den Höchstwert der aufgedrückten Spannung verzehren kann, entspricht er den gemachten Voraussetzungen. Dies ist die Hauptbedingung. Daneben kann man aber noch die zweite Bedingung aufstellen, die ebenfalls selbstverständlich ist, nämlich, daß die höchste Kraftliniendichte, die während der Einschaltperiode auftritt, jenen Stromhöchstwert als Magnetisierungsstrom fordert.

Vergrößert man nun alle Abmessungen der Ausgangskonstruktion in demselben Verhältnis, während man die Stromdichte im Kupfer und die Liniendichte im Eisen beibehält, so kann man zu größeren Leistungen aufsteigen. Man kann dabei ohneweiters sehen, wie sich für den Einschaltstrom die Verhältnisse ändern. Die Durchflutung der Wicklung nimmt mit dem Quadrat der Abmessungen zu. Die Länge der Kraftlinien wird natürlich nicht so rasch größer. Sie folgt der ersten Potenz der Abmessungen des Transformators. Nun kann nach der ersten Viertelperiode die Induktion, wie es die vorangehende Untersuchung zeigt, die normale auf keinen Fall stärker übersteigen, als um ihren vollen Wert. So kommt es, daß bei der vergrößerten Leistung die Kraftliniendichte nicht mehr ausreicht, um den Einschaltstrom der vollen Außenspannung gewachsen zu machen.

Dieses Ergebnis der Vergrößerung der Konstruktion ist umso sicherer zu erwarten, als auch der Widerstand der Primärwicklung relativ kleiner wird. Er ist offenbar den Abmessungen der Konstruktion umgekehrt proportional. Der Vollaststrom selbst kann mit dem Quadrat der Abmessungen zunehmen, der prozentuelle Ohmsche Spannungsabfall nimmt mit der Leistung ab.

Der theoretische Höchstwert des Einschaltstromes ist nur bei kleinen Konstruktionen zu erwarten, das zeigt die soeben angestellte Betrachtung deutlich. Es ist allerdings richtig, daß bei kleinen Leistungen in normalem Betrieb die hohen Sättigungen nicht durchgesetzt werden können, wie sie bei großen Konstruktionen möglich sind. Es ist deshalb möglich, daß der oben festgelegte theoretische Höchstwert in der Praxis doch nicht erreicht wird und es erscheint nicht unwichtig, der Sache genauer nachzugehen.

Noch ein anderer wichtiger Grund spricht für die Hoffnung, daß das theoretische Bild zu strenge Schlüsse zuläßt. Der remanente Magnetismus bringt kaum jemals die volle normale Kraftliniendichte des normalen Betriebes auf. Nach der ersten Viertelperiode, wenn die aufgedrückte Spannung ihren größten Wert erreicht hat, wird deshalb selten die doppelte Induktion in der Eisensäule auftreten. Der Einschaltstrom ist nicht so schrecklich wie er aussieht, obwohl er auch in der Wirklichkeit unangenehm genug werden kann.

Die Rechnung, die schließlich doch unvermeidlich geworden ist, muß mit großen Vereinfachungen arbeiten, um zum Ziele gelangen zu können. Sie kann trotzdem ihre Aufgabe erledigen und dem Konstrukteur ein Resultat in die Hand geben, das er bei der Arbeit gut brauchen kann.

Die eine Vereinfachung, die der Rechnung vorausgehen muß, betrifft die Bestimmung der Kraftliniendichte, die zum höchsten Strom gehört. Es ist ganz sicher nicht richtig, anzunehmen, daß die Induktion im Eisen bei vorhandenem Ohmschen Widerstand ebenso hoch steigt, wie bei widerstandsloser Wicklung. Der wirkliche Wert der Eisensättigung muß immer kleiner sein als derjenige, der oben bei Vernachlässigung des Wicklungswiderstandes berechnet wurde. Wenn aber die vereinfachende Rechnung auch bei wirklichen Wicklungen die Einschaltinduktion nach der Gleichung 6 bestimmt, so sichert sie den Konstrukteur. Sie gibt ein zu ungünstiges Resultat, schließt aber Überraschungen aus.

Die zweite notwendige Vereinfachung betrifft die Gleichung der Magnetisierungskurve. Da es auf große Genauigkeit nicht ankommt, andererseits aber nur sehr hohe Sättigungen in Betracht kommen, kann die einfache Beziehung:

$$B = 16\,000 \times 10 \,.\, \frac{J \,.\, w}{l_e}$$

worin l_e (cm) der Länge des Kraftflußweges entspricht, ganz gute Dienste leisten.

Der jeweilige Einschaltstrom kann demnach in Abhängigkeit von der Kraftliniendichte durch die Gleichung

$$J = \frac{B - 16\,000}{10} \,.\, \frac{l_e}{w}$$

bestimmt werden.

Die Abfallspannung, die er im Widerstand R der Wicklung entstehen läßt, ist im Augenblicke t Sekunden nach dem Einschalten durch den Ausdruck

$$\frac{B - 16\,000}{10} \,.\, \frac{l_e}{w} \,.\, R$$

gegeben. Sie muß der aufgedrückten Spannung

$$E \sin \omega \, t$$

gleich sein, wenn der Stromhöchstwert erreicht wird. Nach wie vor wird natürlich der ungünstigste Fall angenommen, daß im Augenblick des Einschaltens die aufgedrückte Spannung gerade durch ihren Nullwert geht.

Will man nun die Gleichung 6 benützen, so kann man mit Vorteil

$$16\,000 = \xi \,.\, B_n$$

setzen. Außerdem verwendet man am besten sofort die Gleichung 2 und bekommt so folgenden einfachen Ansatz:

$$(2 - \xi) - \cos \omega \, t = A \sin \omega \, t,$$

wenn man die Konstanten zu

$$A = \frac{\omega \,.\, F_e \,.\, w^2 \,.\, 10^{-7}}{l_e \,.\, R} \qquad \ldots\ldots 7)$$

zusammenfaßt.

Digitized by Google

Die Lösung der Aufgabe lautet:

$$\sin \omega t = \frac{(2-\xi) A + \sqrt{1 + A^2 - (2-\xi)^2 A^2}}{1 + A^2}.$$

Der Sinus des Zeitwinkels gibt an, in welchem Verhältnis der tatsächliche Höchstwert des Einschaltstromes kleiner ist, als der theoretische Grenzwert, wie ihn nach dem oben aufgestellten Gesetz der Ohmsche Widerstand der Primärwicklung festsetzt. Er ist deshalb das Schlußresultat, dem unsere Rechnung nachgehen muß.

Moderne Transformatoren erreichen allerhöchstens eine Betriebsinduktion

$$B_n = 15\,000 \text{ Kraftlinien/cm}^2.$$

Die Annahme

$$2 - \xi = 1$$

ist deshalb vorsichtig genug. Sie führt zum Ausdruck:

$$\sin . \omega t = \frac{2A}{1 + A^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8).$$

Sieht man sich die Gleichung 7 an, so entdeckt man zunächst, daß A von der Unterteilung der Wicklung ganz unabhängig ist. Vergrößert man die Windungszahl, so vergrößert man natürlich auch den Widerstand der Wicklung. Der Drahtquerschnitt ist bei festgesetztem Wicklungsraum der Windungszahl umgekehrt proportional, die Drahtlänge dagegen direkt. Der Widerstand der Wicklung wächst nach all dem proportional mit dem Quadrat der Windungszahl, die im Ausdruck der Gleichung 7) jede Bedeutung verliert.

Dieses Ergebnis ist natürlich. Ein gegebener Transformator hat immer einen ganz genau festgelegten Einschaltstrom zu erwarten. Unterschiede können erst auftreten, wenn sich die Abmessungen der Konstruktion ändern, wenn man also zu einer größeren oder zu einer kleineren Leistung übergeht.

Man kann dem Ausdruck für die wichtige Konstante A eine sehr leicht übersehbare Form geben, wenn man neben dem Eisenquerschnitt F_e (cm²) und der Länge der Kraftlinie l_e (cm) auch den gesamten Querschnitt der Primärwicklung F_k (cm²) und die mittlere Windungslänge dieser Wicklung l_k (cm) einführt. Man kann dann für das Kupfer als Wicklungsleiter setzen:

$$R = \frac{1}{50} \cdot \frac{l_k}{F_k} \cdot w^2 \cdot 10^{-4}$$

und bekommt so die neue Bestimmungsgleichung:

$$A = 3{\cdot}14 \frac{\nu}{10} \cdot \frac{F_e \cdot F_k}{l_e \cdot l_k} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 7a)$$

ν ist natürlich die Periodenzahl. Die Gleichung 7a) zeigt deutlich, daß A umso kleiner ist, je kleiner die Konstruktion selbst ist, denn die Querschnitte nehmen mit dem Quadrat der Abmessungen ab, die Längen dagegen nur im einfachen Verhältnis. Aber auch bei ganz kleinen Transformatoren ist A noch erheblich größer als 1. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man ein Beispiel aus der Praxis heranzieht. Der kleine 10 kW-Transformator, über dessen Einschaltstromerscheinungen eingangs berichtet wurde, hatte ungefähr folgende Abmessungen:

$F_e = 70$ cm², $F_k = 18$ cm², $l_e = 50$ cm, $l_k = 50$ cm

die Periodenzahl war 50 in der Sekunde.

Es war demnach

$$A = 3{\cdot}14 \times \frac{50}{10} \times \frac{70 \times 18}{50 \times 50} = 8$$

und nach Gleichung 8)

$$\sin \omega t = \frac{2 \times 8}{1 + 64} = 0{\cdot}246.$$

Der Einschaltstrom dieses Transformators kann fast 25% seines theoretischen Grenzwertes erreichen. Da der normale Ohmsche Spannungsabfall der Primärwicklung 1·1% betrug, so konnte der Einschaltstrom des Transformators fast 23mal größer werden als der Vollaststrom.

Das Rechnungsbeispiel zeigt klar, daß es ohneweiters statthaft ist, neben A^2 die Einheit zu vernachlässigen. Statt der Gleichung 8) kann man daher ganz einfach schreiben:

$$\sin \omega t = \frac{2}{A} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8a).$$

Beträgt ganz allgemein der prozentuelle Spannungsabfall der Primärwicklung ε%, so kann der Einschaltstrom im schlimmsten Falle

$$K = \frac{200}{\varepsilon . A} \text{ mal}$$

größer werden, als der normale Vollaststrom. Das ist das einfache Ergebnis der Näherungsrechnung.

Wir wollen es noch in seiner vollständigen Form wiedergeben, um die praktische Rechnung möglichst zu vereinfachen. Es lautet dann:

$$K = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\nu}{\varepsilon} 10^3 \cdot \frac{l_e l_k}{F_e F_k}.$$

Wir wiederholen auch die Bedeutung der Bezeichnungen:

K = Verhältnis des Einschaltstromes zum normalen Vollaststrom,
ν = Periodenzahl (sec.$^{-1}$),
ε = Ohmscher Spannungsabfall der Primärwicklung in Prozenten der Spannung,
l_e = die Länge der Kraftlinie einer Phase (cm),
l_k = die mittlere Windungslänge der Primärwicklung (cm),
F_e = der Eisenquerschnitt einer Phase (cm²),
F_k = der primäre Kupferquerschnitt einer Phase (cm²).

Das obige Rechnungsbeispiel zeigt, daß der höchste Strom während der ersten Einschaltperiode doch sehr nahe dem zweiten Nulldurchgang der Spannung kommt. Größere Konstruktionen haben natürlich noch kleinere Spannungen im Augenblicke des Stromhöchstwertes. Ein Beispiel zeigt es am besten.

Ein großer Transformator für 16 000 kW Leistung bei 50 Per/s hatte ungefähr folgende Abmessungen:

$F_e = 2000$ cm², $F_k = 300$ cm², $l_e = 300$ cm, $l_k = 250$ cm.

Für ihn war demnach

$$A = 3{\cdot}14 \times \frac{50}{10} \times \frac{2000 \times 300}{300 \times 250} = 126$$

und sein Einschaltstrom konnte höchstens

$$K = \frac{200}{0{\cdot}35 \times 126} = 4{\cdot}55 \text{ mal}$$

größer werden als der Vollaststrom, weil sein Ohmscher Spannungsabfall in der Primärwicklung normal 0·35% der Betriebsspannung betrug. Das Beispiel zeigt die bemerkenswerte Tatsache, daß beim großen Transformator der Einschaltstromstoß erheblich kleiner ist, obwohl der theoretische Grenzwert mit der Leistung wächst. Während beim 10 kW-Transformator der theoretische Grenzwert das 91fache des Vollaststromes war, steigt beim 16 000 kW-Transformator dieser Grenzwert auf das 286fache. Die große Konstruktion schützt sich selbst und besondere Schutzmaßregeln sind überflüssig. Nicht überflüssig sind sie dagegen bei kleinen Transformatoren, die im normalen Betrieb mit hohen Sättigungen arbeiten.

Digitized by Google

Wie man beim Einschalten eines Transformators verfahren muß, bei dem der Einschaltstrom zu fürchten ist, ist nicht schwer zu finden. Der einfachste Weg ist die künstliche Vergrößerung des Ohmschen Spannungsabfalles der Primärwicklung, was am besten durch das Vorschalten eines Schutzwiderstandes erreicht wird. Dieser Schutzwiderstand muß natürlich den Widerstand der Wicklung erheblich übersteigen, damit eine merkliche Wirkung erzielt werden kann.

Ein anderer Weg ist das Einschalten des Transformators mit Hilfe eines Stufenschalters, der die Außenspannung unterteilt und nach und nach auf die Wicklung einwirken läßt. Was man damit erreicht, ist klar. Schaltet man nur die halbe Spannung auf, so macht man den prozentuellen Ohmschen Spannungsabfall der Wicklung doppelt so groß, als er sonst ist. Außerdem verkleinert man die normale Sättigung im Eisenkern.

Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Vorteil des Stufenschalters ist die Vergrößerung der Wahrscheinlichkeit, daß nicht alle Teilspannungen den Transformator in der ungünstigsten Weise treffen, nämlich, während des Nulldurchganges der Spannungswelle.

Die Konstruktionslehre kann aus der vorliegenden Untersuchung über die Erscheinungen des Einschaltstromes mehrere wichtige Schlüsse ziehen. Es ist vor allem interessant, zu sehen, daß moderne, stark ausgenützte Konstruktionen den Einschaltstromstoß mehr zu fürchten haben als die älteren, überreichlich bemessenen. Nicht nur die höhere Sättigung im Eisenkern trägt dazu bei, auch die Verbesserung des Kühlapparates, die vor allem zur Erhöhung der Stromdichte im Kupfer führt, verschlechtert die Einschaltverhältnisse.

Zwar sieht es so aus, als ob man durch Erhöhung der Stromdichte nur den Ohmschen Spannungsabfall größer machen und dadurch den Einschaltstromstoß verkleinern würde. In Wirklichkeit liegt aber die Sache anders. Wenn man bei einer gegebenen Konstruktion mit der Stromdichte hinaufgeht und auf diese Art die Leistung vergrößert, so vergrößert man allerdings den prozentuellen Spannungsabfall. Aber man vergrößert auch den Vollaststrom selbst, so daß der absolute Wert des Einschaltstromes bleibt. Dafür muß man aber bei der größeren Leistung die kleinere Einschaltkonstante A mitnehmen, die sonst mit der Leistung steigt. Das Ergebnis bleibt der größere Einschaltstrom bei gleicher Leistung.

Bemerkenswert ist die große Unabhängigkeit des Einschaltstromes von der Periodenzahl. Zwar ist die Einschaltkonstante A der Periodenzahl proportional, aber bei gleichbleibender Leistung muß sie auch den geänderten Abmessungen folgen, die bei kleiner Periodenzahl ihre Größe hinauftreiben.

Die Größe des Einschaltstromes ist bei einer Konstruktion davon unabhängig, aus welchem Metall man die Wicklungen anfertigt. Wenn man z. B. das Kupfer durch Aluminium ersetzt, so verkleinert man die Einschaltkonstante A, weil der Widerstand der Wicklung größer geworden ist. Im selben Verhältnis wird aber auch der bezogene Ohmsche Spannungsabfall größer und der Transformator hat trotz der geänderten Leistung mit derselben Vergrößerung des Vollaststromes beim Einschalten zu rechnen.

Vergleicht man die Rolle, die der Einschaltstrom im Transformatorenbau übernimmt, mit der Rolle des Kurzschlußstromes, so bekommt man ein sehr interessantes Bild. Bei kleinen Leistungen ist der Einschaltstrom bedeutender als der Kurzschlußstrom. Aber er macht sich höchstens dadurch unangenehm bemerkbar, daß er die Sicherungen zerstört, während er mechanisch durch etwa entstehende Stromkräfte wenig Bedeutung erlangen kann. Bei großen Leistungen ist der Einschaltstrom bei weitem nicht so groß wie der Kurzschlußstrom, obwohl auch der Kurzschlußstrom bei modernen Konstruktionen selten das 20fache des Vollaststromes erreicht. Der Einschaltstrom kann demnach bei großen Transformatoren auch nicht durch Stromkräfte unangenehm werden, denn der Kurzschlußstrom zwingt zu Sicherheitsmaßregeln, die von selbst für den kleineren Einschaltstrom genügen.

Zusammenfassung.

Über die Erscheinung des Einschaltstromes beim sekundär unbelasteten Transformator wird an Hand eines Beispieles aus der Praxis gezeigt, wie die Theorie durch eine vereinfachende Rechnung ergänzt werden kann. Es wird deshalb zuerst die bekannte vereinfachende theoretische Behandlung der Erscheinung vorgebracht und zu einem Gesetz ausgeweitet, das einen theoretischen Grenzwert für den Einschaltstrom festlegt.

Es wird sodann nachgewiesen, daß dieser theoretische Grenzwert in der Praxis so gut wie niemals erreicht wird. Durch vereinfachende Annahmen wird eine Rechnung durchgeführt, die einen guten Schätzwert für den tatsächlichen Einschaltstrom liefert. Es wird gezeigt, daß kleine Transformatoren gefährlichere Einschaltströme haben als große, u. zw. an Hand von Rechnungsbeispielen, dann aber mit Hilfe einer theoretischen Betrachtung.

Der Einfluß der Bauart, der Periodenzahl und des Wicklungsleitermetalles auf die Größe des Einschaltstromes wird besprochen, endlich wird noch die Bedeutung des Einschaltstromes für den Transformatorenbau mit der Bedeutung verglichen, die der Kurzschlußstrom moderner Großtransformatoren erlangt hat.

Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hülfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken.

Von **J. Teichmüller**, Karlsruhe.

(Schluß von Heft 22 Seite 266).

2. Entwurf einer Platzbeleuchtung.

a) Die Art der Lampen, also ihre relative Lichtverteilung ist bekannt.

Wir nehmen an, der Platz sei der frühere und, zuerst vor der Aufgabe stehend, die Lampen nach Zahl, Ort und Höhe ihrer Aufhängung zu wählen, habe man sich, wenigstens vorläufig, für die bisherigen Zahlen entschieden. Die mittlere Beleuchtungsstärke aber soll etwa 10 Lx betragen.

In zwei der Tabelle II ähnlichen Zahlentafeln sind die Raumwinkel, die von den einzelnen Zonen auf den Platz auftreffen, und daneben die Relativwerte der Lichtverteilung, also etwa die mittleren Lichtstärken der Zonen für eine Lampe von $J_{\bigcirc} = 1000$ HK, aufzuschreiben. Für unseren Fall wird die Tabelle in den ersten beiden Spalten dieselben Werte enthalten wie Tabelle II, in der dritten und vierten Spalte werden alle Werte im Verhältnis 1 : 2·5 kleiner sein, und im selben Verhältnis werden auch die Endsummen in Spalte 4 verkleinert sein; diese betragen also

3705 und 3391 Lumen.

Digitized by Google

Die mit zwei Lampen von je $J_\sigma = 1000$ HK erzielte mittlere Beleuchtung würde also

$$E_m = \frac{7096}{2951} = 2{\cdot}405 \text{ Lx}$$

sein. Zur Erzielung einer mittleren Beleuchtung von 10 Lx muß die mittlere hemisphärische Lichtstärke auf

$$J_\sigma = 1000 \cdot \frac{10}{2{\cdot}405} = 4158 \approx 4000 \text{ HK}$$

vergrößert werden. Die Aufgabe ist gelöst.

b) Die Art der Lampen steht noch nicht fest.

Man kann unter diesen Umständen die Aufgabe natürlich wiederum nur mit Annäherung lösen, indem man die mittlere hemisphärische Lichtstärke berechnet, die die zu verwendenden Lampen haben müssen. Die Lösung besteht hauptsächlich in der Feststellung der von den beiden Lampen ausgehenden, von dem Platze überspannten Raumwinkel. Sie seien — nach dem obigen Verfahren — zu

$\Sigma_L \omega = 3827$ Raumgrad

und $\Sigma_R \omega = 3524$ „

also $\Sigma \omega = 7351$ Raumgrad

gefunden. Aus der Formel

$$E_m = \frac{J \cdot \omega \cdot 10^{-3}}{F}$$

folgt

$$J_\sigma = \frac{2951 \cdot 10^3}{7351} \cdot 10 = 4014 \approx 4000 \text{ HK}.$$

Nach unseren früheren Ergebnissen mußten wir eine so gute Annäherung an den genauen Wert erwarten, daß beide Werte in ihrer Abrundung miteinander übereinstimmen.

Im allgemeinen wird man während des Entwurfes einer Beleuchtungsanlage Ort und Aufhängehöhe der Lampe, unter Umständen auch ihre Zahl ändern wollen. Beim rechnerischen Verfahren sind diese Veränderungen gewöhnlich viel zu umständlich, als daß sie mit einer wünschenswerten Mannigfaltigkeit oder auch überhaupt durchgeführt würden; bei der Anwendung der Kugel sind sie einfach.

III.

Abänderungen der Kugel und des Verfahrens.

Die praktische Verwendung der Kugel hat zu einer Reihe von Abänderungen angeregt, durch die sie für besondere Zwecke besonders geeignet wird und hat auch zu einem weiteren Verfahren geführt. Die mir am wichtigsten scheinenden Neuerungen will ich hier kurz beschreiben:

Werden bei Entwürfen von Beleuchtungsanlagen immer oder in großer Zahl dieselben Lampen benutzt, die dieselbe Gestalt des Lichtausstrahlungskörpers (Lichtausstrahlungskurve) haben, wie zum Beispiel Halbwattlampen mit derselben Ausrüstung, so kann man die Raumwinkelteilung so ausführen, daß durch jeden Teil gleichgroße Lichtströme gehen. Die Beleuchtungsstärke ist dann jeweils umgekehrt proportional der Größe des von einem Schattenviereck begrenzten Flächenstückes.

Man denke sich weiter auf einer solchen Kugel die einzelnen sphärischen Vierecke mit einer gleichgroßen Zahl gleichweit abstehender Punkte ausgefüllt, so daß jeder Punkt einen bestimmten Lichtstrom, und zwar alle einen Lichtstrom gleicher Größe vertreten. Nun mache man die ganze Kugeloberfläche durch Mattierung und Schwärzung lichtundurchlässig, lasse dabei aber die bezeichneten Punkte klar, so daß von der punktförmigen Lichtquelle im Mittelpunkte der Kugel helle Punkte auf die sonst dunkle Planebene geworfen werden. Die Dichte der Punkte auf der Kugel stellt dann die „Raumwinkeldichte des Lichtstromes“ dar, die Dichte der Lichtpunkte auf der Planebene dagegen ist unmittelbar ein Maß für die Beleuchtungsstärke überall auf der zu beleuchtenden Ebene*). Die Kugel, die mit ihrer Einteilung in theoretische Raumwinkeleinheiten und Raumgrad oder Dekaraumgrad (wie die in Abb. 1 und 2 dargestellte) den Namen einer Raumwinkelkugel verdiente, ist in den beiden letzten Ausführungsformen recht eigentlich zu einer Lichtstromkugel geworden. Sie dürfte sich in dieser Gestalt zur Erläuterung des Lichtstrombegriffes und der verschiedenen Lichtstromdichten*), insbesondere auch zur Erklärung der Beleuchtungsstärke als eine dieser Lichtstromdichten („Dichte der Treffpunkte der Lichtstrahlen auf der beleuchteten Fläche“), gut eignen. Wenn es gelingt, die Kugel in dieser Ausführungsform so herzustellen, daß man sehr viele Punkte in einem sphärischen Viereck unterbringen und mit Hülfe einer sehr angenähert punktförmigen Lichtquelle scharfe Lichtpunkte auf den Plan werfen kann, so wird diese Lichtstromkugel auch zur Verwendung bei Entwürfen von Beleuchtungsanlagen gute Dienste leisten, besonders dann, wenn die Schärfe der Lichtpunkte so groß ist, daß man zwei oder sogar mehrere Lichtstromkugeln gleichzeitig benutzen kann, entsprechend den zwei oder mehr gleichzeitig leuchtenden Lampen. Man wird dann die bei einem Entwurfe nötigen oder wünschenswerten mannigfaltigen Änderungen der Aufhängehöhe und Anbringungsstelle der Lampen leicht vornehmen und ihre Folgen leicht überblicken können. Die Herstellung dieser Kugeln ist in Vorbereitung.

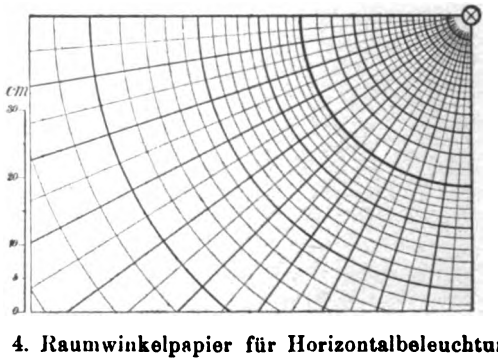


Abb. 4. Raumwinkelpapier für Horizontalbeleuchtung.

Die praktische Benutzung der Kugel hat schließlich noch zur Herstellung eines Raumwinkel- und Lichtstrompapiers angeregt, nämlich eines durchsichtigen Papiers oder einer Pausleinwand, auf die die Schattenstriche der Raumwinkelteilung gezeichnet sind. Das Papier ist über den Plan der zu beleuchtenden Fläche zu legen und der Raumwinkel in genau derselben Weise abzuzählen und abzuschätzen, wie wir es bei Anwendung der Kugel mit Hülfe der Schattenstriche getan hatten. In Abb. 4 und 5 ist je ein Blatt für Horizontal- und Vertikalbeleuchtung abgebildet. In beiden Abbildungen sind drei Strichdicken verwendet. Hiervon sind die dicksten Striche die

*) Siehe Teichmüller: „Beleuchtung und Lichtstromdichte“, Journal für Gasbel. Wasserversorgung 1914, Seite 193.

Digitized by Google

Schattenstriche der Meridiane und Breitenkreise, welche eine theoretische Einheit abgrenzen. Die mittelstarken begrenzen 10 Raumgrad; diese Raumwinkelteile konnten auf dem Papier — nicht so auch auf der Kugel — noch weiter eingeteilt werden. In Abb. 4 wurde in Zone II bis X jedes Dekagrad noch in 4 Teile geteilt, in Zone XI bis XIV konnte sogar noch in je 10 Teile, also in Raumgrad geteilt werden; das ist durch die dünnsten Striche geschehen. In Abb. 5 sind die ganz kleinen, in der Nähe der Lampe liegenden Flächenstücke gar nicht mehr unterteilt, die größeren in 2, dann in 4 und schließlich in 10 Teile geteilt; auch hier ist diese Teilung durch die dünnsten Striche ausgeführt.

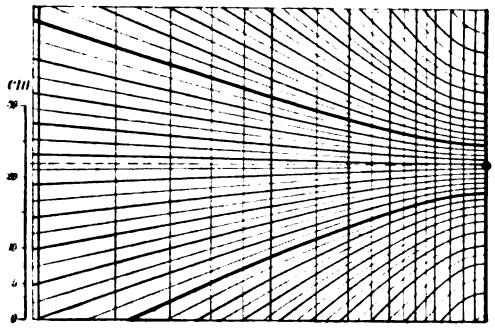


Abb. 5. Raumwinkelpapier für Vertikalbeleuchtung.

Bei dem Papier für Horizontalbeleuchtung brauchten aus Gründen, die bekannt sind oder beim Gebrauche sofort bekannt werden, die Schattenstriche nur für einen Quadranten gezeichnet zu werden, bei dem Papiere für die Vertikalbeleuchtung ebenso nur für eine Hälfte. Die Papiere wurden auf diese Weise für denselben Bereich entsprechend kleiner.

Beide Blätter gelten, nach dem angeschriebenen Maßstabe vergrößert, für eine Aufhängehöhe von 10 cm und einen Horizontalabstand von 10 cm. Solche Blätter sind also für Pläne im Maßstabe 1 : 1 anwendbar. Der Maßstab kommt praktisch natürlich nicht vor. Die Blätter gelten aber ebenso, wenn Aufhängehöhe und Abstand einerseits und der lineare Maßstab der Pläne andererseits in demselben Verhältnis verändert werden, also zum Beispiel

bei einer Aufhängehöhe von	für Pläne im Maßstabe von
3 m	1 : 30
5 „	1 : 50
7·5 „	1 : 75
10 „	1 : 100
. . .	. . .
n m	1 : 10 . n

Man kann also die Blätter für beliebige Aufhängehöhen und Horizontalabstände benutzen, wenn man die Mühe nicht scheut, den Plan bei Veränderung von Höhe oder Abstand jedesmal in anderem Maßstabe aufzuzeichnen. Diese Mühe ist tatsächlich sehr gering, denn es handelt sich um Pläne von Straßen und Plätzen, also um Flächen von einfachster Begrenzung; bei einer geraden Straße ist die Maßstabänderung schon durch das Ziehen einer einzigen neuen Geraden ausgeführt, und nicht viel anders ist es bei den Plätzen.

Wenn man an einzelnen Stellen des Platzes oder der Straße die Beleuchtungsstärke genauer ermitteln will, kann man ein zweites Raumwinkelpapier verwenden, bei dem für n Meter Aufhängehöhe der Maßstab des Planes 1 : 5 n wird. Das Raumwinkelpapier zeigt dann jeweils in derselben Strahlenrichtung viermal so große Flächen; es kann also schon ganz in der Nähe des Lampenfußpunktes in Raumgrade eingeteilt werden. — Selbstverständlich kann, geradeso wie bei der Kugel, auch so geteilt werden, daß durch jeden Raumwinkelteil derselbe Lichtstrom hindurchgeht. Ebenso können Papiere mit Lichtpunkten hergestellt werden.

Ob sich die Kugel oder das Papier für Anwendung in der Praxis besser eignen werde, muß die Praxis selbst lehren. Anschaulicher ist zweifellos das Hilfsgerät in seiner Anwendung, deshalb wird dasselbe für Vorführungen im Unterricht zweifellos immer den Vorzug verdienen.

Auch für Laboratoriumsversuche, zum Beispiel solche, durch die bestimmt werden soll, wie große Lichtströme auf die verschiedenen Flächen eines Innenraumes fallen, wird die Kugel sowohl als auch das Papier gute Dienste leisten.

Zur Bestimmung der Beleuchtungsstärken von Innenräumen dagegen sind Kugel und Papier im allgemeinen nicht geeignet; nur da können sie auch zu diesem Zweck verwendet werden, wo die diffuse Reflexion von Wänden und Decken vernachlässigbar klein sind, wie zum Beispiel in Gießereien und gewissen Fabrikräumen. Die Möglichkeit aber, mit beiden Hilfsmitteln, besonders mit der Raumwinkelkugel, den von einer Fläche eingenommenen Raumwinkel auf einfache Weise zu bestimmen, dürfte das Gerät wohl auch zur Verwendung auf anderen Gebieten nützlich machen.

Bei der Ausbildung des Gerätes hat mich Herr Kandidat W. Wagenmann unterstützt. Ich möchte ihm auch an dieser Stelle dafür Dank sagen.

Rundschau.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Hörnerblitzableiter mit Kugelfunkenstrecken. V. E. Goodwin hat im Laboratorium der Gen. Electric Co. Versuche über die Verzögerung der Entladung an Isolatoren angestellt. Dem Isolator waren eine Nadelfunkenstrecke, eine Kugelfunkenstrecke und die beiden Hörner des Blitzschutzes, sämtliche einstellbar, parallel geschaltet und es wurden Wellen mit steiler Front aufgedrückt. Waren die Funkenstrecken weit auseinandergezogen, so trat am Isolator bei 60 Per/s, 157 kV, zwischen der Isolatorkappe und dem Dorn Entladung ein; die hochfrequente Entladung gleitet längs des Isolatormantels. Hierauf wurde die Spitzenfunkenstrecke eingestellt, so daß bei 60 Per/s, 130 kV, dort Entladung auftrat; am Isolator war keine Entladung zu sehen, auch nicht, wenn die Hörner so gerichtet wurden, daß bei 140 kV Funken überspringen. Hierauf hat man die Kugeln der dritten Funkenstrecke allmählich genähert, bis bei 170 kV eine Entladung zwischen ihnen auftrat, nicht aber am Isolator, dessen Entladungsspannung 13 kV niedriger lag. Durch das Anlegen der Kugelfunkenstrecke wurde also die Entladung beschleunigt oder die Entladungsverzögerung behoben. Auf Grund dieser Ergebnisse werden die Hörnerfunkenstrecken mit zwei unterhalb der Hörner angeordneten Kugelfunkenstrecken versehen. Das unterste Kugelpaar bildet die Hauptfunkenstrecke, durch die sich der größte Teil der Elektrizitätsmenge entladet, das obere Paar bildet eine Hilfsfunkenstrecke, die an den Widerstand angelegt ist und durch die sich der restliche Teil der Hochfrequenzladung ausgleicht. Niederfrequente Störungen von sanft ansteigender Wellenfront finden an den Hörnern ihren Ausgleich; die Entladungsbögen werden an den Hörnern emporgezogen und zum Verlöschen gebracht.

(Gen. El. Rev. 20, Nr. 8, 1917.)

Zeichnet 8. Kriegsanleihe

Digitized by Google

Neues Maximalstrom-Zeitrelais für Wechsel- und Drehstrom. Um Leitungen und Apparate vor Überlastungen dadurch zu schützen, daß bei Überschreitung einer vorher festgesetzten Maximalstromstärke und nach Ablauf einer von der Stärke der Überlastung abhängigen Zeit die geschützte Leitung durch Vermittlung eines automatischen Schalters unterbrochen wird, erhalten diese Schalter Maximalstrom-Zeitrelais. Das neue von der Siemens & Halske A.-G., Berlin, hiefür gebaute Maximalstrom-Zeitrelais (Abb. 1 und 2) besteht aus einem Wechselstrommagneten mit Schirmpol, der eine Aluminiumscheibe *S* unter dem Einfluß eines Dampfungsmagneten *D* antreibt. Bei dieser Bewegung wird ein biegsamer, aber

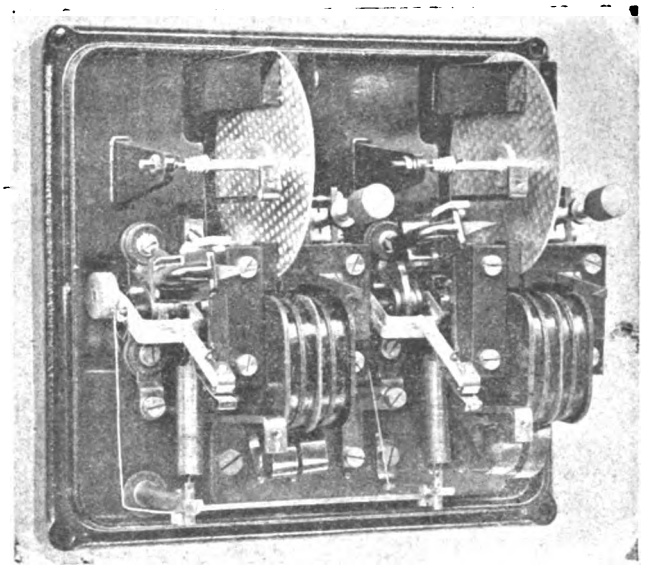


Abb. 1.

trotzdem sehr fester Faden *F* auf die Trommel *T* aufgewickelt und dadurch die Feder *U* gespannt. Wäre die Trommel *T* kreisrund, so würde sich bei Auftreten einer Überlastung — ähnlich wie bei einem Stromzeiger — sehr bald eine neue Ruhelage einstellen, entsprechend jener Federspannung, die der Antriebskraft des vergrößerten Stromes das Gleichgewicht hält. Um jedoch eine länger

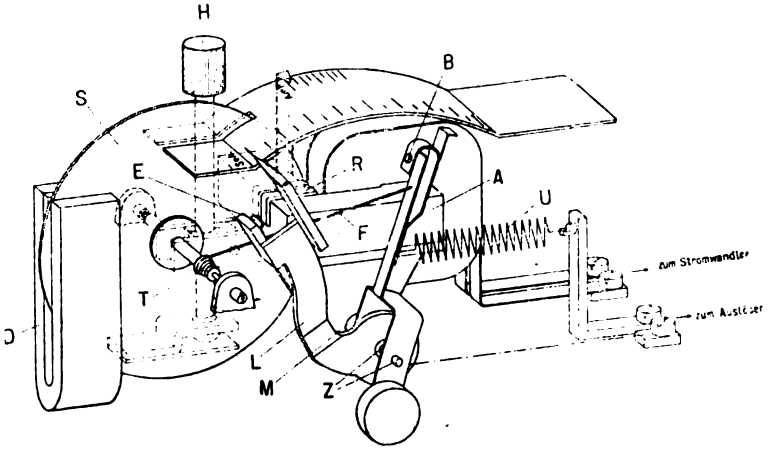


Abb. 2.

andauernde Bewegung hervorzubringen, wird der Halbmesser der Trommel *T* stets in gleichem Maße verkleinert, wie die Spannung der Feder zunimmt, so daß die einmal eingeleitete Bewegung mit gleicher Geschwindigkeit fortgesetzt wird, solange die Stromstärke ihren Wert nicht ändert. Bei Ablauf dieser Bewegung drückt der Kontaktarm *B* schließlich auf den Gegenkontakt *E* und bewirkt dadurch das Schließen des Kontaktes *B E*, wodurch der Auslöserstromkreis des automatischen Ausschalters direkt erregt wird. Die Einstellung der Verzögerungszeit und der Auslösestromstärke kann nach Öffnen der Kappe erfolgen. Die voneinander unabhängigen Einstellungen sind an Skalen ablesbar.

Die Verzögerungszeit wird dadurch reguliert, daß der Kontaktarm *L* mit dem Kontakt *E* um die Achse *Z* gedreht wird. Da die Bewegung, wie früher erwähnt, eine gleichförmige ist, erfolgt diese Einstellung auf einer Proportionalskala, die eine Sekundenteilung von 2 bis 15 oder von 5 bis 40 Sekunden hat.

Die Auslösestromstärke wird verändert durch Schwenken des Antriebsmagneten *A* um den Drehpunkt *M* mittels der Schraube *H* und kann in den Grenzen 1 : 2·5 (normal 4 bis 10 A) eingestellt werden. Beide Einstellungen können unter Strom erfolgen; zur Einstellung ist der Gehäusedeckel aufzuklappen. Das Gehäuse kann plombiert werden, so daß es gegen Eingriffe von Unbefugten gesichert ist. Die Kontakte des Relais ermöglichen die Unterbrechung einer Energie von 150 VA bei einem Maximalstrom von 3 A und einer Maximalspannung von 220 V Gleich- oder Wechselstrom.

Die Zeigereinstellungen an der Strom- und Zeitskala geben an, daß beim Anwachsen des Stromes bis zum angezeigten Stromwert die Ausschaltung in der Zeit erfolgt, welche an der Zeitskala eingestellt ist. Bei stärkerer Überlastung nimmt die Ausschaltezeit rasch ab, und zwar bei den Relais mit Skala 2 bis 15 s ungefähr nach einem quadratischen Gesetz, so daß zum Beispiel der doppelten Stromstärke etwa ein Viertel der Ausschaltezeit entspricht.

Die Abnahme der Ausschaltezeit erreicht jedoch bald eine Grenze, so daß sie bei sehr starken Kurzschlüssen nicht unter einen Bruchteil des an der Skala eingestellten Wertes heruntergeht. Wenn also zum Beispiel das Relais auf die maximale Ausschaltezeit von 15 s bei der kleinsten Ausschaltestromstärke justiert war, so wird die Ausschaltezeit selbst bei starken Kurzschlüssen immer noch etwa $^3/_4$ bis 1 s betragen. Diese Zeit kann auf Wunsch durch den Einbau einer Momentauslösung auf nahezu Null bei einem bestimmten Höchststrom gebracht werden.

Sollen mehrere Relais in Reihenschaltung für selektives Abschalten von Netzteilen verwendet werden, so muß die Ausschaltezeit bei hohen Überlastungen größer sein. Für solche Fälle sind die Relais als Selektivrelais mit Skala 5 bis 40 s zu verwenden, die so eingerichtet sind, daß sie bei Einstellung auf 6 A und 40 s bei Kurzschluß (fünffacher Nennstrom) eine Verzögerungszeit von 40 s haben. *K. Trott.*

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Die elektrische Förderanlage in Butte, Mont., der Elm Orlu Mining Company, ist eine der größten in Amerika in Betrieb stehenden. Die von R. S. Sage beschriebene Anlage rührt von der General Electric Comp. her, und ist nach dem System Ilgner-Ward Leonard ausgeführt. Die Förderung erfolgt aus mehreren Horizonten eines jetzt 548·6 m tiefen, später auf 1066·8 m ausgehobenen Schachtes. Pro Fahrt werden 4535 kg Erze mit 12·5 m pro s gefördert, pro h 155 t. Das 38·1 mm starke Stahlkabel wiegt 5·3 kg pro m. Für das Fördern aus 450 m Tiefe sind 650 kW, aus 720 m 760 kW und aus 1050 m 865 kW erforderlich, man findet aber im gegenwärtigen Ausbaustadium mit 400 kW das Auskommen.

Die Förderwinde besteht aus zwei Trommeln von je 3 m Durchmesser für das Aufwickeln des Förderseils, sie sind auf einer 12·1 m langen Welle in drei Lagern ruhend gelagert. Eine Bremse und eine Kupplung zur Verbindung mit dem 1800 PS-Fördermotor werden durch Öldruckzylinder betätigt; das Öl wird aus einem Behälter mittels einer Pumpe mit 2 PS-Motorantrieb unter Druck gehalten. Der 16polige Fördermotor, der bei der normalen Tourenzahl von 80 pro min mit 525 V läuft, besitzt Wendepole, der äußere Magnetkranzdurchmesser beträgt 4·3 m, der Anker mißt 2·8 m im Durchmesser; Motor und Trommeln messen 15·7 m in der Achslänge. Der den Motor speisende Umformersatz besteht aus einem 1150 PS-Induktionsmotor für 2200 V, 60 Per/s, einem 1300 kW-Gleichstromgenerator für 525 V, und einem Schwungrad von 3·6 m im Durchmesser, das bei der synchronen Tourenzahl von 514 mit 96 m/s läuft; das Schwungrad ruht auf einer zwischen zwei Lagern lagernden Welle, die mit der des Generators durch eine flexible Kupplung verbunden ist. Außer der Ringschmierung der Lager wird noch eine Öldruckschmierung angewendet, die von einer mit der Umformerwelle verbundenen Pumpe geliefert wird. Beim Anlassen des Umformersatzes wird durch eine besondere Pumpeneinrichtung mit Motorantrieb Öl unter hohem Druck in die Lager gepreßt, um das Anlassen zu erleichtern. Fliegend auf der Umformerwelle, zur Seite des Induktionsmotors, ist die Erregermaschine für 21 kW, 125 V, aufgesetzt.

Die Regelung der gesamten Fördereinrichtung erfolgt in bekannter Weise durch einen vielstufigen Widerstand im Feld des Generators, dessen Ankerklemmen über einen automatischen Ausschalter mit denen des Fördermotors verbunden sind. Der Ausschalter wird betriebsmäßig nicht geöffnet, er unterbricht den Gleichstrom nur in Gefahrfällen, also bei Überlastung, Überfahren der Fördergrenzen, Ausbleiben der Erregerspannung oder der Motorerregung, übergroßer Geschwindigkeit der Förderwinde oder des Umformersatzes; beim jedesmaligen Ausfallen dieses Schalters werden die Bremsen angelegt, sie können erst in der Nullstellung des Reglerhebels gelöst werden. Das auslaufende Schwungrad, in dem bei 94% der synchronen Tourenzahl 117 000 PS/s aufgespeichert

Digitized by Google

sind, vermag beim Abschalten des Umformermotors vom Netz eine vollbeladene Förderschale aus 457 m hervorzuholen.

Eingehend wird über die Abnahmeproben berichtet, die zur Bestimmung des Wirkungsgrades unter verschiedenen Betriebsfällen mit Benutzung registrierender Meßinstrumente vorgenommen wurden. Nachfolgend seien die Zahlen für den Dauerversuch (durch 12 h) angegeben.

Wirkliche Fahrtdauer in der Betriebszeit	3½ h
Zahl der Förderfahrten	280
Zahl der geförderten Erzbehälter	63
Gewicht des geförderten Erzes	252·5 t
Mittlere Förderhöhe bei Erzförderung	435·2 m
Für die Erzförderung allein benötigt	272 kWh
Mithin für 1 t Erz	1·08 „
Gesamtverbrauch im Tag	1500 „
„ pro t Erz	5·94 „
„ bei der Förderung	582 „
Rückgegebene Energie	14·6 „
Wirkungsgrad während der Förderung $\left(\frac{272}{582}\right)$	46·7%.

(Gen. El. Rev. 20, Nr. 9, 1917.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Elektrizitätsleitung des Meteoreisens wurde von C. Benedicks untersucht. Die hiezu benutzte Gallandersche Methode besteht in einer Spannungsmessung zwischen zwei scharfen inneren Spitzen, die in konstanter geringer Entfernung an die ebene Fläche des Probestückes gedrückt werden, während ein gewisser Strom durch zwei äußere Spitzen gesandt wird. Die untersuchten Meteoreisen enthielten 5·3 bis 9·9% Ni. Der Widerstand nimmt mit dem Nickelgehalt zu. Bei konstantem Nickelgehalt ist er um so geringer, je gröber die Struktur des Meteoreisens (die Lamellendicke des Strukturbestandteiles Kamazit) ist. Das vom Verfasser 1910 hergestellte synthetische Meteoreisen mit 11·7% Ni schließt sich auch hinsichtlich des Leitungswiderstandes an die natürlichen Meteoreisen an. Bei geringerem Nickelgehalt ist eine außerordentlich langsame Abkühlung erforderlich, um denselben geringen Widerstand wie bei dem Meteoreisen erhalten zu können.

(Int. Z. für Metallographie, April 1918.)

Rechtspflege.

Der Einfluß der Kohlenpreise und der Kohlensteuer auf die Anlage- und Betriebskosten von Elektrizitätswerken. Dr. Ing. G. Siegel zerlegt die Gesamtanlagekosten der Elektrizitätswerke in die für Löhne und für die einzelnen Baumaterialien verausgabten Summen, wobei der Anteil der Ausgaben für Kohle an dem Werte der einzelnen Erzeugnisse sowie der Löhne an Hand statistischer Angaben festgestellt wird. Die summarische und prozentuelle Verteilung der Anlagekosten und Kohlenausgaben der deutschen Elektrizitätswerke (Stand vom Jahre 1911) ist aus folgender Zahlentafel ersichtlich:

	In Mill. Mk.	in Prozenten Gesamtanlagekosten	Kohlenanteil der einzelnen Posten %	Kohlenanteil an den Gesamtanlagekosten %
Löhne	767	35·6	15	6·0
Grund und Boden	122	5·7	—	—
Baustoffe (Ziegel, Zement usw.)	190	8·9	30	2·7
Holz (Maste)	50	2·3	—	—
Isolierstoffe	40	1·9	10	0·2
Textilerzeugnisse	30	1·4	10	0·15
Papier	20	0·9	20	0·2
Porzellan	16	0·8	30	0·24
Marmor	4	0·2	5	0·01
Kupfer	282	13·2	5	0·6
Blei	121	5·6	5	0·3
Eisen	377	17·4	15	2·6
Sonstiges Material	131	6·1	50	3·1
Summe	2150	100·0		16·1

Der Anteil der Kohlenkosten an den Herstellungkosten der Werke erhöht sich unter Berücksichtigung der Lohnbeträge für Rohstoffverarbeitung und Gewinnung von 16% auf rund 20%. Der Anteil der Kohlenausgaben an den Löhnen für Bau und Betrieb macht rund ¼ aus; er setzt sich zusammen aus dem Anteil für Wohnung, Licht und Heizung mit je 4%, für Ernährung 5% und 2% für Kleidung (Wäsche). Hierbei diente für die Verwendung des Lohnes als Grundlage 50% auf Ernährung, 20% auf Wohnung, 15% auf Kleidung, 5% auf Beheizung und Licht.

Bei der Preisbemessung der Kohle bezw. Überwälzung der Kohlensteuer auf die Preiserhöhung kommen noch die Betriebs- und Unterhaltungskosten in Betracht; nimmt man den Anteil der Kohlenkosten an den Unterhaltungskosten der Werke mit 20%, an den Kosten für Stromverteilung und Messung mit 15% an, so ergibt sich eine Vermehrung der Brennstoffkosten um 3% von den Betriebslöhnen und um je 2% von der Unterhaltung und den übrigen Ausgaben herrührend, im ganzen um 7%; es kann also der Kohlenverbrauch pro 1 kWh um 15—20% größer angenommen werden.

Es wird die Einführung einer Kohlenklausel empfohlen, nach welcher der Preis für die kWh auf Grundlage eines Kohlenpreises von *** Mk. pro 10 t (frei Kesselhaus) sich mit je 0·02 Pfg. für jede angefangene Mark der Kohlenpreisbewegung erhöht (bezw. erniedrigt). Diese Erhöhung gilt nur für größere Elektrizitätswerke; man kann allgemein annehmen, daß sich die Strompreise für je 5% der Kohlenpreisbewegung um 2 bis 4% verändern. Die Erhöhung der Anlagekosten bezw. der festen jährlichen Kapitalsauslagen infolge der Kohlenpreise kann bei einem Kapitalsdienst von 10% und Anteil der Kohlenkosten von 20% an den Baukosten mit rund 4% angenommen werden*).

(Mitteil. d. Ver. d. El.-Werke Nr. 213, 1918.)

Literatur-Bericht.

Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik. Mit besonderer Berücksichtigung der Energieübertragung. Lehrbuch für Ingenieure und Studierende von Prof. Hermann Zipp, Dozent am städtischen Friedrichs-Polytechnikum zu Köthen i. Anhalt., Direktor des städtischen Elektrizitätswerks Köthen. Mit 566 Abbildungen und 3 Tafeln. Zweite Auflage. Leipzig, Verlag von Oskar Leiner. 1917. Preis geb. Mk. 25.

Der Begriff „Hochspannungstechnik" ist in der Praxis entstanden. Zuerst in der Projektierungspraxis. Später hat die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft die organisatorische Zusammenfassung der Herstellung von Hochspannungsgeräten jeder Art durchgeführt. Diese Zusammenfassung war erfolgreich und hat auch technische Fortschritte hinsichtlich Vereinheitlichung der Bauformen gezeitigt. Endlich ist auch in Literatur und Unterricht die Zusammenfassung durchgeführt worden. Kennzeichnend für die Abgrenzung dieses Gebietes der Starkstromtechnik ist — wie Zipp richtig betont — die Bedeutung der Isolierung.

Der Verfasser gliedert den Stoff in folgender Weise: Isolierung (94 S.), Entstehung der Überspannungen (52 S.), Überspannungsschutz (73 S.), Überstromschutz (38 S.), Hochspannungsleitungen (119 S.), Schalt- und Transformationsanlagen (101 S.), Erdung und Beeinflussung von Nachbarstromkreisen (18 S.). Dazu kommt ein Anhang über Normalien.

Im Kapitel „Isolierung" werden die Hauptgesetze der dielektrischen Festigkeitslehre, sodann die Eigenschaften der Isolierstoffe, die Tränkungsverfahren und schließlich die verschiedenen Formen von Porzellanisolatoren und ihre Prüfung besprochen.

Das Kapitel „Überspannungen" gliedert sich in zwei Abschnitte. Einer behandelt die durch stehende Schwingungen erzeugten Überspannungen, der andere die fortschreitenden Wellen. Zipps Ausführungen in diesem Kapitel werden als Einführung in das Studium der Sonderarbeiten deutscher und amerikanischer Verfasser willkommen sein.

Das Kapitel „Überspannungsschutz" gibt einen guten Überblick über den Stand dieses Gebietes, doch wäre eine etwas kritischere Darstellung am Platz.

Das Kapitel „Überstromschutz" enthält einige Ausführungen über die Entstehung von Überströmen und über die Berechnung von Kurzschlußströmen, ferner ausführlichere Bemerkungen über Schmelzsicherungen und Relais. Es fällt auf, daß über die Mittel zur Begrenzung des Kurzschlußstromes keine näheren Mitteilungen gemacht werden. Zipp hat anscheinend die neuere amerikanische Literatur über dieses Gebiet nicht berücksichtigungswürdig getunden.

Das Kapitel „Hochspannungsleitungen" ist recht ausführlich und stellt eine gute Zusammenfassung der einschlägigen Literatur dar. Anerkennenswert ist die eingehende Besprechung der Spannungsregelung.

Im Kapitel „Schalt- und Transformationsanlagen" werden die Bauglieder der Schaltanlagen besprochen und Angaben sowie Beispiele über ihre zweckmäßige Aufstellung gebracht. Zur gründlichen Besprechung reicht der verfügbare Raum nicht aus.

Im letzten Kapitel bespricht Zipp einige Fragen, mit denen er besonders vertraut zu sein scheint. Besonders klar sind seine Ausführungen über Ladeströme und Erdung.

Zipp ist — nach seinen Werken beurteilt — ein geschickter Lehrer, der verwickelte Vorgänge und solche, deren Vorstellung Schwierigkeiten bietet, durch einfache Darstellung verständlich macht. Das vorliegende Werk zeigt diese Vorzüge an vielen Stellen. Offenbar, um den Umfang nicht unnötig zu vergrößern, werden

*) Siehe E. u. M. 1917, Seite 438.

Digitized by Google

nicht alle Gleichungen abgeleitet. Durch reichliche Literaturhinweise wird dem Leser das Studium von Sondergebieten erleichtert.

Für zukünftige Auflagen empfiehlt der Berichter ausführliche Angaben über die Sichtbarmachung der dielektrischen Feldverteilung (Peek, Estorff), ferner gründlichere Behandlung der Stromverteilung in sehr langen Hochspannungsleitungen, endlich eine Vermehrung der Zahlenbeispiele. Andererseits könnte der Umfang verkleinert werden durch Weglassung entbehrlicher Kapitel (Meßwandler, Spartransformatoren u. a.) und durch Kürzung der Ausführungsbeispiele und der Berichte über Versuchsergebnisse. Solche Mitteilungen veralten schnell, sie gehören daher in Zeitschriften. In Lehr- und Handbücher gehören nur die allgemeinen Grundsätze, die sich aus solchen Sonderarbeiten ableiten lassen. Auch wird empfohlen, alle Gleichungen auf metrische Einheiten umzurechnen und Abbildungen mit englischer Beschriftung wegzulassen oder sie umzuzeichnen. Es gibt natürlich noch mehrere Einzelheiten, über die man anderer Meinung sein kann als der Verfasser. Auf deren Aufzählung wird verzichtet, weil man einem so umfangreichen und gehaltvollen Werk in einer kurzen Besprechung nicht gerecht werden kann. Das Studium kann jedem Elektrotechniker wärmstens empfohlen werden.

Die Ausstattung ist ausgezeichnet und es ist anerkennenswert, daß es dem Verlag gelungen ist, zu dem obigen Preis ein 600 S. starkes Buch mit gutem Papier, vorzüglichem Druck und deutlichen Abbildungen herzustellen. Vielleicht könnte der Umfang durch Verminderung der Zahl der Absätze, Gebrauch einer kleineren Type für die Zahlenbeispiele, Quersatz für Zahlenzusammenstellungen und Verkleinerung des Maßstabes mancher Abbildungen nicht unwesentlich vermindert werden. *A.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektromaschinenbau.

Transformatoren.

(Schluß von Heft 23, Seite 272).

Bei Drehtransformatoren, die durch Öl gekühlt werden, besteht die Schwierigkeit, daß von außen her Feuchtigkeit in das Transformatorgehäuse durch die Durchtrittsstelle der Welle im Deckel eindringt. Selbst gut dichtende Stopfbüchsen verhindern dies nicht. Um diesen Übelstand zu vermeiden, wird gemäß einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin die Durchtrittsstelle der Welle durch das Transformatorgehäuse von einem Ölgefäß umgeben. Dieses Ölgefäß umgibt die Stopfbüchse und das Öl reicht über die Stopfbüchse. (D. R. P. Nr. 286 643).

Die genannte Firma baut einen Drehtransformator, dessen Rotor mit seinem Verstellgestänge derart nachgiebig oder lösbar gekuppelt ist, daß er sich bei Überschreitung des zulässigen Drehmomentes, zum Beispiel bei Kurzschlüssen im Kraftwerke, unabhängig vom Verstellgestänge drehen kann. (Ö. P. Nr. 68 912.)

Dieselbe Firma gibt einen Drehtransformator an, der als Zusatztransformator in einem Einphasennetz verwendet wird. Durch Fortfall der Erschütterung des Sekundärteiles wird das Transformatorgeräusch und der Verschleiß seines Drehmechanismus verringert. In Abb. 29 bedeutet 1 das Dreiphasennetz, 2 das einphasige örtliche Verteilungsnetz; die Verbindung beider durch Scottsche Transformatoren ist nicht gezeichnet. Der Drehtransformator 3 besitzt die Drehstromwicklung 4, die, aus dem Netz 1 gespeist, ein Drehfeld erzeugt. Die einphasige Sekundärwicklung 5 ist als Serienwicklung in den einen Leiter des Einphasennetzes 2 eingeschaltet. Die von ihr erzeugte konstante Spannung addiert sich zu der Spannung des Einphasennetzes. Die Gesamtspannung wird dadurch geändert, daß die Addition durch Verstellung des Sekundärteiles des Transformators unter verschiedener Phase vorgenommen wird.

(D. R. P. Nr. 301 174.)

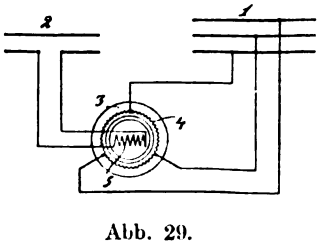


Abb. 29.

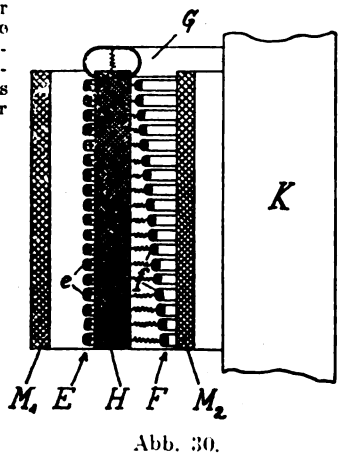


Abb. 30.

Die von der Firma ausgeführte Schutzeinrichtung für Transformatoren gegen Überschläge zeigt Abb. 30. Dort bedeutet *H* die zylindrische Hochspannungswicklung eines Transformators, M_1 und M_2 sind die Wicklungszylinder der Niederspannungswicklung. Aus ringförmigen leitenden Elementen *e* und *f* sind zwei Käfige *E* und *F* aufgebaut, von denen der eine *E* die Hochspannungswicklung umschließt, der andere *F* von ihr umschlossen wird. Die Käfigelemente sind mit einzelnen hinter ihnen liegenden Windungen der Hochspannungswicklung leitend verbunden und an einer oder mehreren Stellen so unterbrochen, daß sie keine Kurzschlußwindungen um den Schenkel *K* bilden. Der Käfig *E* ist zylindrisch, der Käfig *F* kegelstumpfförmig. Man erhält ein gleichförmiges elektrisches Feld zwischen *F* und M_2, wenn das obere Ende der Hochspannungswicklung an die Klemme geführt ist, also die größte Spannung besitzt. Die ringförmige leitende Haube *G* dient zur Ergänzung der Schirme. Sie ist mit einer der letzten Windungen verbunden und an einer oder mehreren Stellen unterbrochen, um das Auftreten eines Kurzschlußstromes zu verhindern. Die leitenden Elemente der Gitter besitzen eine schwächer gekrümmte Oberfläche als die mit ihnen verbundenen Leiter und schirmen diese dadurch ab. (D. R. P. Nr. 292 565.)

Asynchronmotoren.

Von G. M. Pfaff in Kaiserslautern (Deutsches Reich) rührt ein Einphasenwechselstrommotor mit Kurzschlußläufer her, bei dem die nur zum Anlassen des Motors notwendige, als Kurzschlußwicklung wirkende Anlaufwicklung auf dem Ständer bei Erreichung einer bestimmten Umdrehungszahl selbsttätig abgeschaltet wird. An der Innenseite des Wellenlagers *l* (Abb. 31a—c) ist ein zylindrischer Isolierkörper *i* so angeschraubt, daß er die Welle konzentrisch umgibt. Auf *i* ist ein Metallring aufgenietet, der durch Schlitze *s*, *s'* in zwei Hälften *r*, *r'* getrennt ist, von denen jede einen Lappen mit Klemmschraube für die beiden Anschlüsse *a*, *a'* der auf dem Stator befindlichen Anlaufwicklung *w*, *w'* besitzt. An dem Kurzschlußring *u* der Läuferstäbe sind unter Vermittlung der Blattfedern *f*, *f'*, *f''* drei metallene Kontakte *k*, *k'*, *k''* befestigt, die, im Winkel von 120° gegeneinander versetzt, bei stillstehendem Motor an den genannten Metallringhälften *r*, *r'* anliegen. Für den Anlauf dienen die Blattfedern *f*, *f'*, *f''* der als Schwunggewichte ausgebildeten Kupferkontakte *k*, *k'*, *k''* als unmittelbare Stromleiter zum Läufer.

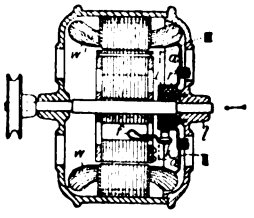


Abb. 31a.

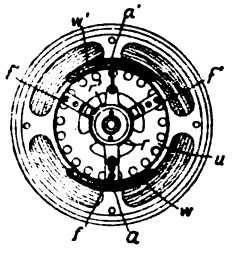


Abb. 31b.

Beim Anlauf schleifen *k*, *k'*, *k''* auf den mit *w*, *w'* verbundenen Ringhälften *r*, *r'*. Diese Wicklung ist demnach kurzgeschlossen. *f*, *f'*, *f''* sind aber so bemessen, daß sie sich bei wachsender Läufergeschwindigkeit infolge der immer größer werdenden Zentrifugalkraft von den Schleifringhälften *r*, *r'* abheben. Dadurch wird *w*, *w'* abgeschaltet.

(Schw. P. Nr. 72 422.)

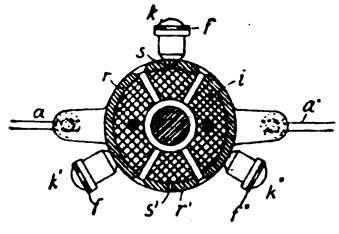


Abb. 31c.

Ein Patent der Österreichischen Brown-Boveri-Werke A.-G. in Wien bezieht sich auf eine Einrichtung zur Polumschaltung von an Dreiphasennetzen angeschlossenen Mehrphasenmotoren. Die für beide Polzahlen nach Art einer Zweiphasenwicklung ausgeführte Wicklung ist zum Betrieb mit Dreiphasenstrom in Scottschaltung oder in äquivalenter Weise geschaltet. Wie Abb. 32 zeigt, ist

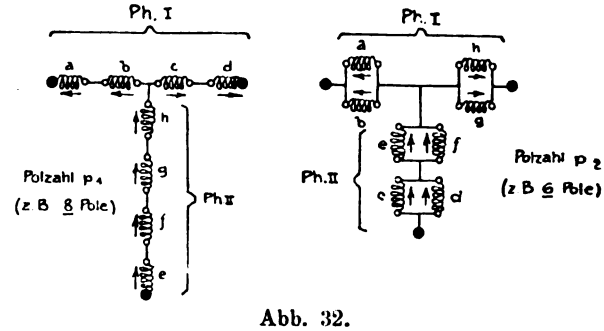


Abb. 32.

die Wicklung jeder Phase in vier, bei der höheren Polzahl untereinander in Serie geschaltete Gruppen (*a* bis *d* bezw. *e* bis *h*) zerlegt und die Umschaltung von der höheren in die niedere Polzahl erfolgt dadurch, daß die vier Gruppen jeder Phase zu zweien parallel geschaltet werden (*a b*, *c d*, *e f*, *g h*) und teils in derselben Phase bleiben (*a b*, *e f*), teils die Phase wechseln (*c d*, *g h*), so daß der höheren Polzahl auch die höhere Drahtzahl pro Phase in Serie entspricht und gleichzeitig zur Durchführung der Umschaltung eine geringe Anzahl von Anzapfungen nötig ist.

(Ö. P. Nr. 73 207.)

Digitized by Google

Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) gibt eine Stabwicklung für Rotoren von Induktionsmotoren mit Gegenschaltung beim Anlauf an. Die Abb. 33 veranschaulicht einen dreiphasigen Rotor mit Stabwicklung in der Anlaufschaltung (Gegenschaltung). *I, II, III* sind die Phasenanfänge. Jede Wicklungsphase ist im Umkehrpunkt aufgeschnitten und dadurch in zwei gleiche Teile *a* und *b* geteilt: der Teil *a* ist in Stern geschaltet, sämtliche Stäbe in Serie. Der Teil *b* weist ebenfalls Sternschaltung auf, doch ist er in zwei Gruppen parallel geschaltet und wirkt dem Teil *a* entgegen. Bei dieser Schaltung ist der Betrag der Amperewindungen pro Nut auch bei Gegenschaltung der Wicklungsteile in allen Nuten gleich und wird gebildet aus der Differenz der Amperewindungen des unverändert gelassenen und des gegengeschalteten Wicklungsteils. Beim normalen Betrieb werden durch Schließen des Sternpunktes die beiden Wicklungsteile jeder Phase parallel verbunden. (D. R. P. Nr. 296 104.)

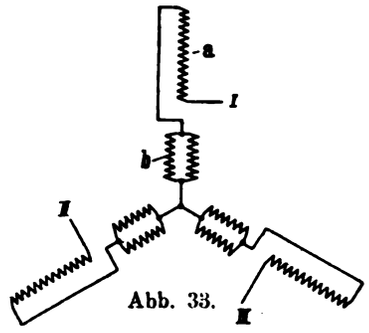


Abb. 33.

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin stellen Kurzschlußringe von Käfigankern in nachstehender Weise her. Die aus den Ankerstirnenden hervorragenden Leiterenden werden in Richtung des Ankerumfanges durch Pressung im Querschnitt derart verbreitert, daß sie aneinanderstoßen. Die so geformten Leiterenden werden miteinander verlötet.

(D. R. P. Nr. 294 630.)

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin hat eine Käfigwicklung von Asynchronmotoren zum Gegenstande, durch die eine hohe Impedanz bei oder in der Nähe des Stillstandes und eine geringe Impedanz beim Lauf erzielt wird. Der Anker erhält schmale aber tiefe Nuten. Jede Nut trägt einen zusammengesetzten Leiter mit einer schmalen, zentralen Lamelle aus Kupfer und seitlichen aus Eisen. Die Eisenstreifen sind untereinander bezw. mit den Kupferstreifen durch Punktschweißung verbunden. Die zusammengesetzten Ankerstäbe sind mit Lappen versehen, die in Aussparungen der Endringe passen. Im Vereine mit den Endringen bilden die Kupferlamellen eine Wicklung von niedrigem Ohmschen Widerstand und die Eisenlamellen eine Wicklung von hohem Ohmschen Widerstand. Durch die Anordnung der Eisenstäbe ist die Reluktanz des Kraftlinienweges im Bereiche der Nuten sehr gering. Die dadurch gesteigerten Wirbelströme drängen den Strom im Ankerstab nach außen.

(D. R. P. Nr. 297 406.)

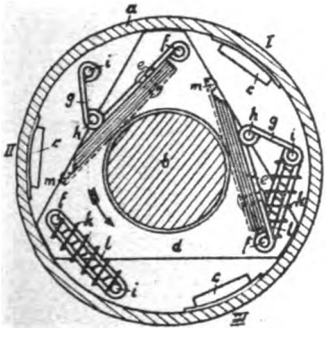


Abb. 34a.

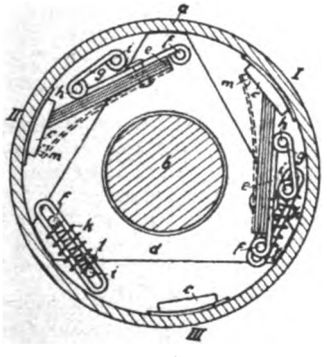


Abb. 34b.

Von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) rührt ein Fliehkraftschalter her zum selbsttätigen Kurzschließen der Läuferwicklung von Asynchronmotoren. In den Abb. 34a u. 34b, die einen Kurzschließer für dreiphasige Asynchronmotoren darstellt, ist nur die Bürste der Phase *I* vollständig gezeichnet, bei Phase *II* ist die Gegenfeder weggelassen und bei Phase *III* nur die Gegenfeder gezeichnet. Das Gehäuse *a* sitzt auf der Motorwelle *b* und trägt von ihm isoliert die drei mit den Wicklungsenden verbundenen Kontakte *c*. In dem Gehäuse sitzt zentriert und leicht drehbar die Platte *d*, auf welcher die Kontaktbürsten *e* scharnierartig um die Punkte *f* drehbar befestigt sind. *e* bildet den einen Schenkel des Kniehebels, dessen anderer Schenkel *g* das Gelenk *h* mit dem am Gehäuse *a* sitzenden Drehpunkt *i* verbindet. Zwischen den Punkten *f* und *i* liegt die Gegenfeder *k*, die die Punkte voneinander zu entfernen und den Kniehebel zu strecken bestrebt ist. Die Feder *k* ist eine Druckfeder, die auf dem Gleitstück *l* geführt ist. Die Abbildung zeigt links den Schalter in Ruhestellung und rechts in Arbeitsstellung nach Überschreiten der Grenzdrehzahl. In der Ruhestellung liegen die Bürsten an Anschlägen, zum Beispiel an der Welle *b*, an. Kommt der Motor auf Touren, so überwindet die Fliehkraft der Bürsten den Widerstand der Federn *k*, welche gespannt werden, indem sie sich unter Drehung der Platte *d* in der eingezeichneten Pfeilrichtung gegenüber dem Gehäuse *a* gleichzeitig und gleichmäßig jeweils die Punkte *f* und *i* unter Zusammendrückung der Federn *k*, einander nähern. Die gebrochene Verbindungslinie der Punkte *f*, *h*, *i* nähert sich dabei einer Geraden, so daß die Bürsten *e*, welche bei gebeugtem Kniehebel zwangläufig geführt waren, um die Punkte *f* schwingen können, ohne daß die Federn *k* diese Bewegung hemmen. Dadurch wird ein guter Kontakt der Bürsten selbst dann gewährleistet, wenn die Kontaktflächen *c* nicht genau montiert sind. *m* sind Abbrennkontakte. Die Platte *d* ist außen zentriert, damit die gleiche Schaltergröße für Motoren mit verschiedenen Wellendurchmessern gebraucht werden kann. (D. R. P. Nr. 301 505.)

Synchronmotoren.

Gemäß einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin werden die Dämpferwicklungen bei Synchronmotoren so angeordnet, daß die geringsten Wirbelstromverluste erzielt werden und daß auch das Festhalten des Ankers beim Anlaufen verhindert wird. Die Abb. 35 zeigt eine sechspolige Maschine. Die Pole *a* bis *f* sind mit je fünf Dämpferstäben *g* versehen. Die Teilung der Stäbe entspricht der der Ankernuten. Bei den Polen *a* und *b* liegen die Dämpferstäbe *g* in gleicher Linie mit den Mittellinien der Nuten *n*. Bei den Polen *c* und *d* sind bei gleicher Ankerstellung die Stäbe in bezug auf die Mittellinien der Ankernuten nach links herum und bei den Polen *e*, *f* nach rechts herum verschoben. Bei dieser Anordnung ist es unmöglich, daß gleichzeitig alle Ankernuten den Dämpferstäben den Polflächen gegenüberstehen und der Anlauf verhindert wird. Andererseits sind die Wirbelstromverluste bei vollem Lauf auf ein Mindestmaß herabgesetzt. (D. R. P. Nr. 292 222.)

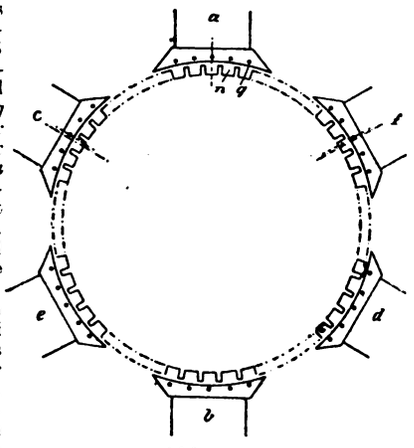


Abb. 35.

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin führen die Dämpferwicklung mit der Erregerwicklung gleichzeitig als zweidrähtige Wicklung aus. Bei dieser Wicklungsanordnung durchsetzt an allen Stellen der Kraftfluß der Erregerwicklung auch die Dämpferwicklung. Ungedämpfte Streukraftflüsse, die bei Änderungen des Erregerfeldes hohe Überspannungen zur Folge haben, können daher nicht auftreten. Die Anordnung ist für alle Maschinen brauchbar, bei denen Störungen durch schnelle Feldänderungen zu befürchten sind. (D. R. P. Nr. 293 845.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Das Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus Ersatzmetall. Von Dipl. Ing. A. Lang. E. u. M. 1918, Heft 4, Seite 44.

Der Verfasser vergleicht einerseits Transformatoren mit Kupferwicklung und Transformatoren mit Ersatzmetall, sowie andererseits Transformatoren mit Ersatzmetall, vorausgesetzt daß beide gleiche Leistung jedoch verschiedene Kurzschlußspannungen haben. Er kommt dann zu dem Schlusse, daß bei Parallelschaltung von Kupfer- und Ersatzmetalltransformatoren letztere wegen der größeren Kurzschlußspannung unterlastet werden. Ein Abhilfemittel hiergegen findet der Verfasser in der Ungleichheit des Übersetzungsverhältnisses der parallel zu schaltenden Transformatoren.

Die Kurzschlußspannung des Ersatzmetalltransformators ist in den meisten Fällen größer als die des Kupfertransformators. Es ist aber nicht nötig, den Vergleich, wie oben angedeutet, anzustellen. Denn es kommen auch bei reinen Kupfertransformatoren häufig Unterschiede in der Größe der Kurzschlußspannungen vor, welche einen guten Parellelbetrieb stark beeinflussen. Dies ist eine bekannte Tatsache, und bei neu zu liefernden Transformatoren werden bei verlangtem Parallellauf mit einem vorhandenen Transformator das Übersetzungsverhältnis wie auch die Kurzschlußspannung des ersteren Transformators denen des letzteren bei der Fabrikation angepaßt. Es wird daher der Käufer bei verlangter genauer Abgleichung der Kurzschlußspannungen öfters einen Mehrpreis bezahlen müssen. Dieser Fall tritt ein, wenn der Unterschied in den Kurzschlußspannungen zu groß ist, als daß er sich durch einfache Mittel ausgleichen ließe.

Der Berechner von Transformatoren hat es also in der Hand, auch bei verschiedenen Leistungen der Transformatoren bei gleichem Übersetzungsverhältnis die Ohmschen und induktiven Spannungsabfälle abzugleichen.

Es fragt sich nun, wie groß ist denn eigentlich der Unterschied der Spannungsabfälle und Kurzschlußspannungen bei Transformatoren aus verschiedenem Wicklungsmaterial?

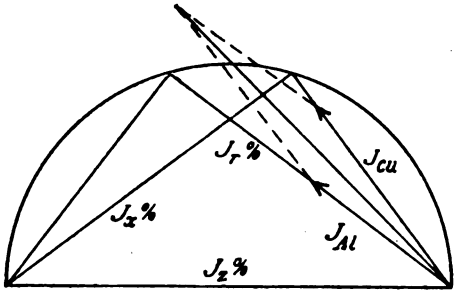
Betrachten wir einen Kupfertransformator von 60 kVA. Derselbe wird als Aluminiumtransformator 46 kVA und als Zink-

Digitized by Google

transformator 32 kVA leisten. Die Spannungsabfälle sind dann, gleiches Übersetzungsverhältnis, gleiche Verluste und Isolationsabstände bei den drei Ausführungen vorausgesetzt, bei dem Transformator aus

	Kupfer	Aluminium	Zink
kVA	60	46	32
$J.r\%$	1·8	2·35	3·37
$J.x\%$	2·3	1·77	1·23
$J.z\%$	2·95	2·95	3·58

Wir sehen sofort, daß der Kupfertransformator mit dem Aluminiumtransformator ohne weiteres parallel arbeiten kann, da ja auch die Kurzschlußspannungen gleich sind. Wegen der Verschiedenheit der einzelnen Spannungsabfälle wird aber eine Phasenverschiebung innerhalb der Transformatoren auftreten. Es ist nun zu untersuchen, ob diese Phasenverschiebung noch zulässig ist. Zu diesem Zwecke zeichnen wir das vereinfachte Kurzschlußdiagramm



auf. Dieses Diagramm*) sagt uns, daß zwischen den beiden parallelarbeitenden Transformatoren eine Phasenverschiebung besteht. Die Einzelleistungen addieren sich also zu 105 kVA. Würde man algebraisch addieren, so ergäbe die Summe 106 kVA. Dieser Unterschied ist so gering, daß es sich nicht lohnt, denselben zu berücksichtigen, trotzdem der Unterschied der Ohmschen Spannungsabfälle zirka 30% und der Unterschied der induktiven Spannungsabfälle zirka 23% beträgt. Werden hingegen der Kupfer- und Zinktransformator parallel geschaltet, welch letzterer eine um 21% größere Kurzschlußspannung als der Kupfertransformator hat, so tritt eine Unterlastung des Zinktransformators um etwa 12%, eine Überlastung des Kupfertransformators um etwa 6·5% ein. Bei Parallelschaltung des Aluminium- und Zinktransformators hat ersterer etwa 7·5% mehr, letzterer etwa 11% weniger zu leisten. Hier könnte nun eine genaue Abgleichung der Kurzschlußspannungen verlangt werden. Aber unter der Berücksichtigung des Umstandes, daß ein sehr großer Teil der Transformatoren nicht dauernd unter Vollast läuft, ist eine 10%ige Überlastung auf die Dauer von acht bis zehn Stunden zulässig, wenn daran sich eine längere Halblastperiode anschließt. Es können also Kupfertransformatoren ohne weiteres mit Ersatzmetalltransformatoren parallel arbeiten, solange die Differenz in den Kurzschlußspannungen nicht zu groß ist (etwa bis zu 20%) und die Abkühlungsverhältnisse der Wicklungen diese Überlastung zulassen, eine Frage, welche von dem Transformatorenberechner zu prüfen ist.

Das Mittel des ungleichen Übersetzungsverhältnisses zur besseren Verteilung der Last bei Vollast, welches Lang in seiner Arbeit angibt, ist den Fachleuten seit langem bekannt und von letzteren auch häufig angewandt werden.

Es wäre nun noch interessant zu erfahren, wie Herr Lang über folgende Punkte denkt:

1. Verschiedenes Übersetzungsverhältnis, aber gleiche Kurzschlußspannungen;

2. Gleiches Übersetzungsverhältnis, aber verschiedene Kurzschlußspannungen? Diese beiden Fälle passen nicht ohne weiteres in das von Lang gezeichnete Diagramm. Und ein Diagramm soll aber ohne generelle Änderung auf alle Fälle anwendbar sein.

Aachen, 28. Februar 1918. *Richard Hunzinger.*

Erwiderung.

Zuerst zu den letzten zwei Punkten: 1. Verschiedenes Übersetzungsverhältnis, aber gleiche Kurzschlußspannung. Unter gleicher Kurzschlußspannung meint Herr Hunzinger wohl gleiche Impedanzen, denn so lange „a" (Abb. 1 a, S. 45. 1918) größer als Null ist (bei verschiedenem Übersetzungsverhältnis) sind die Größen $J_1 z_1 \gtrless J_2 z_2$ und da $z_1 = z_2$, ist $J_1 \gtrless J_2$. 2. Gleiches Übersetzungsverhältnis, aber verschiedene Kurzschlußspannungen. Die Antwort zu dieser Frage ist S. 45. 2. Spalte, vorletzter Abschnitt, gegeben: Sind die Übersetzungsverhältnisse gleich, so wird „a" zu Null und die Punkte C_1 und C_2 des Diagrammes (Abb. 1 a) rücken zusammen. Es lassen sich also beide Spezialfälle durch das obige Diagramm darstellen. Im übrigen war ich mir bewußt, daß die Beeinflussung des Parallelarbeitens der Transformatoren durch ungleiches Übersetzungsverhältnis bekannt ist (das Gegenteil wurde von mir nicht behauptet), es herrscht jedoch meines Erachtens öfters eine gewisse Unsicherheit über die zahlenmäßige Bewertung des Einflusses des ungleichen Übersetzungsverhältnisses und der ungleichen Kurzschlußspannungen, welch letzter Fall bei Parallelarbeiten von Transformatoren mit Wicklungen aus verschiedenen Metallen öfters vorkommt.

Indem ich auf diese Verhältnisse hingewiesen habe, habe ich es dem Leser überlassen, sich über die Grenze der zulässigen, ungleichmäßigen Lastverteilung der Transformatoren zu entscheiden, obzwar ich eine 10%-Überlastung der parallelarbeitenden Transformatoren, namentlich unter jetzigen Umständen, wo die meisten Transformatoren stark und meistenteils dauernd vollbelastet sind, nicht für ratsam halte.

Stuttgart-Cannstatt, 19. April 1918. *Dipl. Ing. A. Lang.*

*) In dem Diagramm sind r, x, z Faktoren.

Vereins-Nachrichten.

8. Österreichische Kriegsanleihe.

Seine Exzellenz der Herr k. k. Handelsminister hat in Angelegenheit der Werbetätigkeit für die 8. Österreichische Kriegsanleihe nachfolgendes Schreiben an das Präsidium des Vereines gerichtet.

„In wenigen Monaten jährt sich zum vierten Male der Tag, an welchem der Weltkrieg zum Ausbruche kam.

Dem bewunderungswürdigen Heldenmut der verbündeten Armeen, dem Genie ihrer Führer, nicht zuletzt aber der moralischen Kraft, der Ausdauer und der nimmer ermüdenden Opferwilligkeit des Volkes im Hinterlande ist es zu danken, daß in dieser langen harten Zeit die in treuer Waffenbrüderschaft verbundenen Mittelmächte im ruhm- und siegreichen Kampfe gegen den Ansturm fast der ganzen Welt standhalten und sich gegen eine überwältigende Übermacht durchsetzen konnten. Durch die Besiegung der uns feindlich gesinnten Balkanstaaten und den Zusammenbruch des großen russischen Reiches mit seinen unerschöpflichen Hilfsquellen wurde der Ostkrieg beendet und den Mittelmächten die Möglichkeit geboten, ihre gesamte Macht zum letzten Schlage gegen die Westmächte und gegen Italien zu vereinigen.

Unter diesen günstigen militärischen und politischen Auspizien tritt der Staat wieder an seine Völker heran, um durch die Anteilnahme jedes Einzelnen die volle Anspannung aller Kräfte zu erreichen, deren er zur siegreichen Beendigung des Weltkrieges benötigt.

Die große Opferwilligkeit, mit welcher alle Schichten der Bevölkerung dem Staate bisher, so oft der Aufruf an sie ergangen ist, die für die Kriegführung erforderlichen Mittel bereitgestellt haben, rechtfertigt wohl die Erwartung, daß der Erfolg der 8. Kriegsanleihe unseren Feinden einen neuen Beweis unserer wirtschaftlichen Stärke und unseres unerschütterlichen Willens, auch in finanzieller Beziehung bis zur Erkämpfung eines ehrenvollen Friedens durchzuhalten, bieten wird.

Auch diesmal werden gewiß Industrie, Handel und Gewerbe in Erkenntnis der allgemeinen wirtschaftlichen und finanziellen Bedeutung der Kriegsanleiheoperationen und in gewohnter Erfüllung ihrer patriotischen Pflicht in hervorragender Weise dazu beitragen, der neuen Kriegsanleihe einen vollen, überwältigenden Erfolg zu sichern.

Die Präsidien der industriellen Organisationen haben sich durch die zielbewußte und intensive Förderung der bisherigen Kriegsanleihen zweifellos große Verdienste um den Erfolg dieser Aktionen erworben.

Indem ich dem geehrten Präsidium für die bisherige erfolgreiche Mitwirkung den wärmsten Dank zum Ausdrucke bringe, gebe ich mich der zuversichtlichen Erwartung hin, daß ich mich auch anläßlich der Auflage der 8. Kriegsanleihe der tatkräftigsten Unterstützung des geehrten Präsidiums versichert halten kann.

Ich beehre mich deshalb, an das geehrte Präsidium das Ersuchen zu stellen, im Rahmen des dortigen Wirkungskreises auf die weitestgehende Beteiligung aller in Betracht kommenden Faktoren an der neuen Kriegsanleihe mit aller Kraft hinzuwirken.

Über das Ergebnis der eingeleiteten Schritte erbitte ich mir seinerzeit eine gefällige Mitteilung."

Wir veröffentlichen hiemit das Schreiben des Herrn Handelsministers mit der Bitte an alle Elektrotechniker Österreichs, auch an der Zeichnung der 8. Kriegsanleihe nach besten Kräften teilzunehmen und für die Beteiligung in den Kreisen ihrer Bekannten und Fachkollegen wirken zu wollen. Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

B | Wien
[23. Juni 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 25.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters. Von Ministerialrat Ing. Gustav Seeliger 285
Max Planck 290
Rundschau 292
Literatur-Bericht 296

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die österreichischen Wasserkräfte auf Grund des Wasserkraftkatasters*).

Von Ministerialrat Ing. **Gustav Seeliger**, Wien.

Mit der Erkenntnis, daß wir uns beim Bedarfe wichtiger Rohstoffe so sehr als nur irgend möglich von fremder Einfuhr unabhängig machen müssen, taucht naturgemäß die Frage auf, ob wir in unserem Vaterlande über entsprechende Ersatzstoffe verfügen. Dies ist nun im allgemeinen nur im beschränkten Maße der Fall und wir werden deshalb auf einen Güteraustausch mit dem Auslande nach wie vor nicht verzichten können. Um aber einerseits das Heranziehen fremder Produkte mehr einzuschränken, anderseits geeignete Tauschmittel bereitzustellen, wird eine Steigerung unserer eigenen Produktivität unerläßlich sein.

Bei der Umschau diese herbeizuführen, hat sich nun das allgemeine Interesse vornehmlich unseren heimischen Wasserkräften zugewendet, die denn auch mit vollem Recht als eine nie versiegende Quelle hochwichtiger Erzeugungskraft anzusehen sind. Um den Wert dieses Schatzes an Naturkräften sicherer beurteilen und ihn irgendwelchem wirtschaftlichen Kalkül zugrunde legen zu können, wird es gewiß nötig sein, die Größe jener Kräfte ziffermäßig kennen zu lernen, die wir uns aus dem Wasser bereits dienstbar machen konnten und weiterhin die Möglichkeiten ins Auge zu fassen, wie weit in Österreich die Ausnützung der Wasserkräfte noch wird gesteigert werden können.

Die orographische Gestaltung und die beträchtlichen Niederschlagsmengen in Österreich, das diesfalls in Europa wesentlich nur von der Schweiz übertroffen wird, lassen es nicht Wunder nehmen, wenn die Laienwelt die Ziffern unserer Wasserkräfte oft sehr hochliegend vermutet und bei oft weit auseinander gehenden fachlichen Abschätzungen die höheren Anschläge sich gern zu eigen macht.

Um über die Wasserkraftverhältnisse in Österreich sichere Anhaltspunkte zu gewinnen und die Ausnützung der Wasserkräfte hiedurch wirksam zu fördern, hat in den Absichten der Regierung das Ministerium für öffentliche Arbeiten vor fast einem Dezennium mit der sukzessiven Feststellung dieser natürlichen Kraftquellen begonnen, die in dem laufend erscheinenden österreichischen Wasserkraftkataster ihren sichtbaren Ausdruck findet.

Österreich steht mit dem Beginnen einer planmäßigen Darstellung der Wasserkräfte nicht an erster, aber auch nicht an letzter Stelle. Ähnliche Einrichtungen bestanden schon in der Schweiz und in Bayern.

In der Schweiz wurde eine Form gewählt, die neben Zusammenstellungen der Ergebnisse hydrometrischer Erhebungen und der Minimalwasserkräfte auf Übersichtskarten kleineren Maßstabes in sinnreicher Weise die Wasserkraftverhältnisse bedeutenderer Gewässer durch besondere Zeichen veranschaulicht, wobei die verfügbaren Wasserkräfte nach Kategorien entsprechend der Qualifikation und Lage der betreffenden Gewässerstrecke unterschieden werden. Die im Jahre 1907 in München erschienene offizielle Denkschrift „Die Wasserkräfte Bayerns" und die späteren im königlich bayerischen Staatsministerium bearbeiteten Nachträge hiezu brachten dagegen eine vorwiegend tabellarische Anführung bestehender Wasserwerke und noch nicht ausgenützter Gewässerstrecken der wichtigeren Flüsse sowie die Darstellung einer Reihe von Projekten nebst Orientierungskarten von Süd- und Nordbayern.

Diese Publikationen sind rücksichtlich ihrer allgemeinen Übersichtlichkeit zweifellos von hervorragendem Wert, doch lag den Absichten der österreichischen Regierung der weitergehende Gedanke zugrunde, der Öffentlichkeit mit dem geplanten Kataster sowohl einen sinnfälligen Überblick der Wasserkraftverhältnisse zu bieten, als ihr auch solche auf spezielle geodätische und hydrometrische Erhebungen gegründete Hilfsmittel an die Hand zu geben, die in einfacher Weise eine sofortige Kalkulation der Wasserkraftwerte in beliebig ausgewählten Strecken ermöglichen können.

So begannen denn nach Bewilligung der erforderlichen Mittel im Jahre 1907 beim hydrographischen Zentralbureau die bezüglichen Vorstudien und laufenden Erhebungen, und es wurde im Jahre 1909 das erste Heft des österreichischen Wasserkraftkatasters, dem sechs weitere bisher gefolgt sind und noch eine ansehnliche Reihe folgen wird, der Öffentlichkeit übergeben. Es sei hier auch erwähnt, daß kurze Zeit nach dem Erscheinen der ersten Hefte des Katasters die schwedische Regierung mit der Herausgabe eines „Verzeichnisses über Schwedens Wasserkräfte" begonnen hat, das nach Form und inhaltlicher Darstellung mit dem österreichischen Kataster im wesentlichen übereinstimmt.

Da die Kenntnis dieser amtlichen Veröffentlichung in manche Kreise noch nicht völlig eingedrungen ist, dürften einige kurze Angaben über das Wesen und die Einrichtung des österreichischen Wasserkraftkatasters am Platze sein.

Der österreichische Wasserkraftkataster erscheint in zwanglosen, in der Regel jährlichen Heften, die außer einem Index einzelne lose Blätter im Format 35 × 52 cm enthalten.

Die Zergliederung der Hefte in gesonderte selbständige Blätter, die beim hydrographischen Zentralbureau gegen Erlag von K 1 pro Blatt auch einzeln abgegeben werden, verfolgt einerseits den Zweck, demjenigen, der sich für eine bestimmte Gewässerstrecke interessiert, auf bequeme Weise gerade die gewünschten Wasserkraftdaten zugänglich zu machen; anderseits ist dadurch die Möglichkeit gegeben, verschiedene Gewässer oder Teilstrecken davon, die wegen

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten am 13. März 1918 in der gemeinsamen Tagung des Elektrotechnischen Vereines und des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie. Vergl. Heft 10 d. J., Seite 123.

Digitized by Google

bereits weiter vorgeschrittenen Erhebungen oder ihrer größeren Aktualität schon früher behandelt werden konnten, in einem späteren Zeitpunkt, das heißt wenn die ergänzenden Teile erschienen sind, nach Belieben auf einfache Weise zu einem hydrologisch abgeschlossenen Ganzen zusammenzufügen.

Es sei hier gleich erwähnt, daß bisher bloß ein Bruchteil österreichischer Gewässerstrecken katastermäßig behandelt werden konnte, was durchaus erklärlich ist, wenn man den bedeutenden Umfang der Gewässerlängen in Betracht zieht und die geplante sehr eingehende Behandlung und Darstellung der Wasserkraftverhältnisse berücksichtigt. Im Hinblicke auf die große Gesamtlänge der zu behandelnden Gewässer von etwa 30 000 km konnte nämlich nicht daran gedacht werden, bei der Bearbeitung des Katasters eine streng hydrologische Reihenfolge einzuhalten, da nicht nur die Auswahl eines Flußgebietes, mit dem zu beginnen gewesen wäre, vielseitige Widersprüche wachgerufen hätte, sondern auch das schrittweise Fortsetzen nach abwärts mit Berücksichtigung des ganzen Systems der Zubringer eine große Hemmung zum Nachteil wirtschaftlich wichtigerer unterer Strecken und solcher Strecken in anderen Flußgebieten gewesen wäre.

Jedes einzelne Katasterblatt bringt eine Situationsskizze des kilometrierten Gewässers oder der betreffenden Gewässerstrecke nebst einer kurzen Beschreibung des Gebietes in oro- und hydrographischer Beziehung und als Schluß des textlichen Teiles die summarischen Angaben über die Wasserkraftverhältnisse in Bruttopferdekräften beim jährlich zu erwartenden Niederwasser für die ganze behandelte Strecke. Unter Bruttopferdekräften sind die aus Gefälle und Wassermengen errechneten theoretischen Werte zu verstehen. Den wesentlichsten Teil jedes Blattes bilden zwei tabellarische Zusammenstellungen, die einerseits die im ganzen vorhandenen, ausgenützten und verfügbaren Wasserkräfte und anderseits die ausgenützten Wasserkräfte im einzelnen verzeichnen.

Zur übersichtlichen Veranschaulichung der Wasserkraftverhältnisse dient die jedem Blatt beigegebene graphische Darstellung. Sie enthält ein schematisches Bild des Flußbandes mit Einzeichnung der bedeutenderen Zubringer, der Werkskanäle und der Wasserwerke, eine Darstellung des Längenprofiles und der Abflußmengen bei Niederwasser sowie ein Schema von Kraftlinien, das die Größe der verfügbaren und verbrauchten Wasserkräfte versinnbildlicht. Aus der Ordinate der Kraftlinie erhält man für eine bestimmte Nutzungsstrecke das Maximum der theoretischen Wasserkräfte bei Niederwasser vom Anfangspunkte bis zu der betrachteten Stelle.

Um über die jeweils bisher erschienenen Blätter des Katasters einen Überblick zu bieten, ist jedem neuen Heft ein Index beigegeben, der in Tabellen eine nach Flußgebieten geordnete Zusammenstellung aller bisher erschienenen Katasterblätter enthält und eingangs nach einem kurzen Vorwort laufende Evidenzdaten bringt, die sich auf kleine Ergänzungen oder Berichtigungen der einzelnen Blätter beziehen und auch auf besonderen Zetteln jedem einzelnen vom Hydrographischen Zentralbureau abgegebenen Blatt beigelegt werden, so daß der Käufer eines Katasterblattes immer ein nach dem neuesten Stand berichtigtes Exemplar erhält. Die letzte Tabelle im Index enthält immer das summarische Ergebnis aus den bisher erschienenen Blättern des Katasters.

Mit dem zuletzt erschienenen Heft VII des Österreichischen Wasserkraftkatasters sind nun insgesamt 269 Blätter über Flußstrecken von etwa 4900 km Länge wasserkraftlich zur Darstellung gebracht, wovon zwei Drittel auf die Alpenländer mit Dalmatien und ein Drittel auf die Sudeten- und Karpathenländer entfallen.

Nachstehend die Schlußtabelle aus dem Index zu Heft VII.

Links ist das Flußgebiet angegeben, dann folgen die Anzahl der in diesem Gebiet bereits bearbeiteten Katasterblätter und die Länge der behandelten Gewässerstrecken in km; hierauf, auf Zehner abgerundet, die Summen der vorhandenen ausgenützten, durch Gefällsverluste verbrauchten und verfügbaren PS; dann die Zahl der Werksanlagen in den behandelten Strecken des Gebietes. Die Ziffern der drei letzten Kolonnen dienen der Bewertung der pro km Flußlänge vorhandenen PS und dem Vergleich der vorhandenen PS mit den ausgenützten und den durch Gefällsverluste verbrauchten. Rücksichtlich der pro 1 km Flußlänge bei Niederwasser vorhandenen PS erkennt man, daß das Etschgebiet mit 839 PS an erster

Summarisches Ergebnis aus den bisher erschienenen Blättern des Katasters.

Flußgebiet	Blätteranzahl	Länge der behandelten Gewässerstrecke in km	Vorhandene	Ausgenützte	Durch Gefällsverluste verbrauchte	Verfügbare	Zahl der bestehenden Werksanlagen	Pro km vorhandene	Prozente: der ausgenützten	Prozente: der durch Gefällsverluste verbrauchten
			Brutto-Pferdekräfte bei Niederwasser					Brutto-Pferdekräfte b. Niederwass.		
Österreichische Zuflüsse des Donaugebietes bis zur Innmündung	1	15·19	4 030	140	40	3 850	12	265	3·5	1·0
Inn- und Salzachgebiet	51	946·50	504 280	39 940	8 620	455 720	330	533	7·9	1·7
Donaugebiet von der Inn- bis zur Marchmündung	25	460·55	87 170	15 330	3 460	68 380	341	189	17·6	4·0
Marchgebiet	3	49·15	8·30	190	150	490	29	17	22·9	18·1
Draugebiet	34	571·27	258 200	11 140	5 680	241 380	345	452	4·3	2·2
Savegebiet	25	473·97	165 810	15 150	3 340	147 320	341	350	9·1	2·0
Rheingebiet	21	355·88	135 930	12 500	4 020	119 410	139	382	9·2	3·0
Etschgebiet	33	567·61	476 050	32 330	20 160	423 560	708	839	6·8	4·2
Gebiet der Gewässer des Küstenlandes	7	125·21	45 670	600	100	44 970	33	365	1·3	0·2
Gebiet der Gewässer Dalmatiens	9	239·70	63 970	10 130	1 370	52 470	116	267	15·8	2·1
Elbegebiet	34	636·27	68 000	17 920	2 820	47 260	187	107	26·4	4·1
Dniestergebiet	16	277·46	22 480	1 240	2 840	18 400	73	81	5·5	12·6
Pruthgebiet	6	116·80	12 790	1 420	1 500	9 870	24	110	11·1	11·7
Weichselgebiet	4	76·09	3 950	100	200	3 650	8	52	2·5	5·1
Zusammen	269	4911·65	1 849 1[illegible]	158 130	54 300	1 636 730	2686	—	—	—

Digitized by Google

Stelle steht, dann folgen das Inn- und Salzachgebiet mit 533 und das Draugebiet mit 452 PS pro km. Den geringsten Anteil pro km, nämlich 17 PS, weist das Marchgebiet auf, wobei allerdings zu bemerken ist, daß der letztgenannten Ziffer nur Erhebungen an 50 km Länge der Beczwa zugrunde liegen. Was das Verhältnis der ausgenützten zu den vorhandenen PS anbelangt, so steht die Elbe mit 26% voran, dann folgen die Beczwa und Donauzubringer aus dem Enns- und Traungebiet sowie solche aus Niederösterreich.

Bieten die bisherigen Ergebnisse des Wasserkraftkatasters auch nur einen Bruchteil dessen, was das abgeschlossene Werk zu Tage fördern wird, so können diese auf konkrete Erhebungen gestützten Daten wegen ihres immerhin jetzt schon ansehnlichen Umfanges mit guter Berechtigung zu Schlüssen auf die Wasserkraftverhältnisse in den einzelnen Ländern und dem Ganzen unseres Staatsgebietes herangezogen werden.

Um die für diesen Vergleich dienlichen Unterlagen zu vervollständigen, war es nötig, die Längen der für eine Wasserkraftverwertung überhaupt in Betracht kommenden Gewässer wenigstens annähernd zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurden auf der hydrologischen Übersichtskarte 1:750 000, im Rahmen bestimmter Gebiete, Gevierte mit charakteristischen Gewässernetzen ausgewählt und die Längen der darin enthaltenen Fluß- und Bachläufe durch Zirkelmessung ermittelt. Durch entsprechendes Vervielfachen der so gewonnenen Ziffern in dem Maße, als auf das zu untersuchende Gebiet solche Probequadrate entfallen, ergab sich dann die gesuchte Gesamtlänge der Wasserläufe.

In der folgenden Übersichtstabelle sind die Gebiete nach Ländern geordnet, mit ihren zugehörigen Bodenflächen, daneben erscheinen die auf die früher beschriebene Art ermittelten Längen der Gewässer, die für eine Wasserkraftverwertung in Frage kommen.

Übersicht der Wasserkraftverhältnisse.

Länder-Gruppe	Land	Fläche in km²	Gewässerlänge in km	pro 1 km bei Niederwasser vorhandene PS	Brutto-PS bei Niederwasser in den einzelnen Ländern	Brutto-PS bei Niederwasser zusammen rund
Alpen	Nied.-Österr.	19 787	2140	240	510 000	
	Ob.-Österr.	11 997	1610	240	390 000	
	Salzburg	7 166	660	530	350 000	
	Steiermark	22 285	3500	450	1 570 000	6 000 000
	Kärnten	10 328	1490	450	670 000	
	Krain	9 955	1030	350	360 000	
	Tirol u. Vbg.	29 289	3360	590	1 980 000	
	Küstenland	7 982	430	360	150 000	
Sudeten	Böhmen	51 942	5640	110	620 000	
	Mähren	22 224	2450	60	150 000	800 000
	Schlesien	5 148	730	60	40 000	
Karpathen	Galizien	78 497	8190	110	900 000	1 000 000
	Bukowina	10 404	690	110	80 000	
	Dalmatien	12 793	300	270	80 000	80 000
					Insgesamt rund . . .	8 000 000

Man erkennt, daß Galizien entsprechend seiner überragenden Ausdehnung die höchste Ziffer solcher Längen aufweist, dann folgen Böhmen und Steiermark und zuletzt Dalmatien. Die Dichte des Gewässernetzes ist natürlich nicht überall gleich, durchschnittlich entfallen auf den Quadratmyriameter in den Alpenländern 12, in den Sudetenländern 11 und in den Karpathenländern 10 km Gewässerlängen, während Dalmatien nur 2 bis 3 km pro Quadratmyriameter aufweist, was in seiner besonderen oro- und hydrologischen Beschaffenheit begründet ist.

In der folgenden Kolonne sind nun die pro 1 km bei Niederwasser vorhandenen PS angeführt, die auf Grund der Ergebnisse des Wasserkraftkatasters — wie bei der früheren Zusammenstellung gezeigt wurde — für die einzelnen Flußgebiete gefunden und deren Werte durch Einschätzung des Anteiles der charakteristischen Gebiete an der Gesamtfläche der einzelnen Länder ermittelt worden sind. Durch einfaches Multiplizieren der beiden letzterwähnten Faktoren gelangt man dann zu den in den betreffenden Ländern bei Niederwasser vorhandenen Bruttopferdekräften, die in der vorletzten Kolonne in runden Zahlen erscheinen.

Die bei Niederwasser vorhandenen Wasserkräfte in den österreichischen Alpenländern können auf Grund obiger Einschätzung mit rund 6 Mill. PS, die in den Karpathenländern mit rund 1 Million und die Wasserkräfte in den Sudetenländern mit ungefähr 800 000 PS bewertet werden. Rechnet man hiezu noch za. 80 000 PS in Dalmatien, und zur Summe etwa 1·5% wegen auf der Übersichtskarte nicht erkennbarer kleinerer Gewässer, die aber doch noch für eine Wasserkraftausnützung in Betracht kommen dürften, dann erhält man für die Gesamtheit aller österreichischen Länder die stattliche Anzahl von 8 Mill. PS.

Alle diese Angaben beziehen sich auf die bei Niederwasser total vorhandenen Bruttopferdekräfte; sie sind lediglich auf die Faktoren Wassermenge und Gefälle gegründet. Es war nun von Interesse, die Gesamtheit jener Wasserkräfte zu erfassen, die bereits zu einer Ausnützung herangezogen wurden und aus dem Unterschied dieser und den überhaupt vorhandenen PS die Zahl der noch verfügbaren PS zu ermitteln.

Da wir über eine genaue Kenntnis aller bereits ausgenützten Wasserkräfte derzeit noch nicht verfügen, weil diese ja erst aus dem ganz abgeschlossenen Wasserkraftkataster wird hervorgehen können, so blieb zur Erlangung möglichst angenäherter Werte nichts anderes übrig, als das aus dem bisherigen Material des Katasters feststellbare Verhältnis der ausgenützten und der durch Gefällsverluste verbrauchten PS zu den vorhandenen PS auf die Gesamtheit der total vorhandenen PS anzuwenden, ein Vorgehen, das insbesondere rücksichtlich der alpenländischen Wasserkräfte, von denen bereits 32% katastermäßig behandelt worden sind, wohl völlig zulässig erscheint.

Aus den Ergebnissen der bisherigen Aufnahmen konnte festgestellt werden, daß auf 100 vorhandene PS durchschnittlich 7·7 ausgenützte und 2·7 durch Gefällsverluste verbrauchte PS entfallen. Wendet man dieses Verhältnis auf die oben für die Alpenländer ausgewiesenen 6 Mill. PS an, dann erhält man die stattliche Ziffer von 5 380 000 bei Niederwasser verfügbaren PS in den Alpen.

Es darf aber nicht übersehen werden, daß diese Ziffer auf die Gesamtheit der Strecken aller Gewässer gegründet ist, die nach ihrem hydrologischen Charakter für eine Wasserkraftausnützung überhaupt in Betracht kommen dürften. Da nun zweifellos Teile solcher Strecken bestehen, die, sei es wegen zu kleinem Gefälle bei geringer Wasserführung, sei es wegen örtlicher Schwierigkeiten, die Anlage von Kraftwerken nicht mehr vorteilhaft werden erscheinen lassen, so wird man, um diesen Momenten Rechnung zu tragen, die oben ermittelte Ziffer der verfügbaren PS mit einem gewissen Faktor belasten müssen, um schließlich jene Ziffer zu erhalten, die annähernd zum Ausdruck bringt, wie viele Pferdekräfte aus einem vorteilhaften Ausbau noch zu gewinnen sind.

Nach den bisherigen Erfahrungen beim Wasserkraftkataster darf angenommen werden, daß bei vollkommener Ausnützung der Gewässerstrecken etwa 70% zur tatsächlichen Ausnützung gelangen und daß hievon noch 20% als

Digitized by Google

durch Gefällsverluste verbraucht abzurechnen sein werden. Diesen Schlüssel auf die in den Alpenländern verfügbaren 5 380 000 PS angewendet, gibt rund 3 Millionen noch ausnützbarer PS bei Niederwasser. Gleicherweise wäre in den Karpathenländern mit rund 500 000, in den Sudetenländern mit rund 400 000 und in ganz Österreich mit ungefähr 4 Millionen noch ausnützbarer PS bei dem jährlich wiederkehrenden Niederwasser zu rechnen. Selbstredend werden diese Ziffern unter Zugrundelegung einer reichlicheren Wasserführung, zum Beispiel bei den einen Zeitraum von 10, 8 oder 6 Monaten ausfüllenden höheren Betriebswasserständen entsprechend größer sein.

Im allgemeinen kann also gesagt werden, daß mit Berücksichtigung der gesamten bereits ausgebauten größeren und kleineren Wasserwerke ungefähr die Hälfte der in Österreich total vorhandenen Wasserkräfte einer noch rentablen Ausnützung zugeführt werden können, vorausgesetzt, daß diese Ausnützung systematisch nach einem einheitlichen Plan ins Werk gesetzt würde, so daß auch solche kleinere Anlagen, die selbständig kaum gedeihen könnten, als Glieder des Ganzen zum Leben erwachen würden.

Was unsere ganze Monarchie mit Bosnien und der Herzegowina anbelangt, so dürften die vorhandenen Wasserkräfte mit Rücksicht auf den oro- und hydrographisch erkenn- und vergleichbaren Charakter der verschiedenen Gebietsgruppen auf ungefähr 12 Mill. PS geschätzt werden können, wovon insgesamt etwa 690 000 PS als bereits ausgenützt angenommen werden mögen.

Es dürfte vielleicht von Interesse sein, auf einige Ziffern hinzuweisen, die das Verhältnis der ausgenützten zu den vorhandenen Wasserkräften in einigen Ländern zum Ausdruck bringen.

Vorhandene und ausgenützte PS in einigen Ländern der Erde.

Land	PS schätzungsweise		% der vorhandenen
	vorhanden	ausgenützt	
V. St. v. Amerika . . .	30·0 Mill.	2 500 000	8%
Schweden	13·0 Mill.	700 000	5%
Österreich-Ungarn . . .	12·0 Mill.	690 000	5%
Frankreich	11·8 Mill.	810 000	7%
Norwegen	10·0 Mill.	700 000	7%
Italien	8·0 Mill.	640 000	8%
Deutsches Reich	2·6 Mill.	560 000	20%

Die vorhandenen Wasserkräfte in den Vereinigten Staaten sind mit rund 30 Mill. zu schätzen, dann kommt Schweden mit 13 Millionen und an dritter Stelle die Gesamtmonarchie mit 12 Millionen, zum Schluß das Deutsche Reich mit nur 2·6 Millionen. Wahrscheinlich ausgenützt sind zur Zeit in den Vereinigten Staaten von Amerika 2 500 000, in Schweden 700 000, in Österreich-Ungarn 690 000 usw. und schließlich in Deutschland 560 000 PS. Es ergibt sich das bemerkenswerte Verhältnis, daß bei uns und in Schweden 5%, in Frankreich und Norwegen 7%, in Italien und den Vereinigten Staaten von Amerika 6%, dagegen in Deutschland 20% der vorhandenen Wasserkräfte bereits nutzbar gemacht worden sind. Letztere Ziffer zeigt deutlich den großen Vorsprung, der dem Deutschen Reiche auf dem Gebiete der Wasserkraftausnützung zugesprochen werden muß und dem in dieser Hinsicht wohl nur die Schweiz wird zur Seite gestellt werden können.

Zurückkommend auf die früher angedeuteten Beziehungen zwischen der durch das jährlich wiederkehrende Niederwasser nach unten begrenzten Wasserführung und solchen Zuflüssen, auf die nur während einer entsprechend kürzeren Zeit des Jahres gerechnet werden kann, die aber eine sehr wesentlich vergrößerte Wasserführung darstellen, sei bemerkt, daß aus der zeitweisen direkten Heranziehung dieses Kraftfaktors ganz erheblich höhere Ziffern der Wasserkräfte resultieren.

Eine begründete Einschätzung der Beziehung zwischen dem Niederwasser und dem 10-, 8- und 6monatigen Betriebswasser, konnte auf Grund der Daten aus 40 charakteristischen Blättern für die Alpenländer vorgenommen werden. Die Anwendung der dabei gefundenen Verhältniszahlen auf die bei Niederwasser ausnützbaren 3 Mill. PS hat ergeben, daß in den Alpenländern beim 10monatigen Betriebswasser 5, beim 8monatigen 7 und beim 6monatigen Betriebswasser ungefähr 10 Mill. PS als ausnützbar anzusehen sind.

Haben wir nun gesehen, daß die Alpenländer rücksichtlich der vorhandenen Wasserkräfte die übrigen Gebietsgruppen um ein Beträchtliches überragen, so findet dieser Umstand auch seine natürliche Erklärung in den Niederschlagsverhältnissen und dem orographischen Charakter der Alpen. Während die mittlere Jahresniederschlagshöhe in den Sudeten- und Karpathenländern 670 bezw. 770 mm beträgt, mißt sie in den Alpenländern 1160 mm, wobei noch in Betracht zu ziehen ist, daß den Alpengebieten ein wesentlich größerer Abflußfaktor zukommt. Der mittlere spezifische Abfluß, das ist der Abfluß aus einem Gebietsteil von der Größe eines km², beläuft sich in den Sudeten- und Karpathenländern durchschnittlich auf 6 bezw. 8 Liter, in den Alpenländern dagegen auf 18 Liter!

Vor allen anderen österreichischen Gebieten zeigen sich denn auch in den Alpenländern sowohl wegen ihres Reichtums an Betriebswasser als auch wegen der vorhandenen großen Gefälle ganz außerordentlich günstige Voraussetzungen für die Anlage von Wasserkraftwerken. Neben den Tälern der niederschlagsreichen Nordalpen sind es vor allem die Gegenden südlich des Brenner, die Gebiete der Etsch, der Sarca und der oberen Drau, die ungeachtet mehrfach vorhandener Ausbauten und Projekte dem Unternehmungsgeist noch ein reiches Feld der Betätigung überlassen.

Begünstigt durch das steile Abfallen mächtiger Erhebungen gegen die Ebene und durch das unter dem Einfluß der südlichen Sonne erfolgende stetige Abschmelzen großer Massen von winterlichem Eis und Schnee, bergen diese Gegenden noch solche Schätze ungehobener Naturkräfte, daß sie nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung füglich mit wertvollen Kohlengebieten in eine Reihe gestellt werden dürfen.

Wie weit — oder wie wenig weit — nun in Österreich der Ausbau der Wasserkräfte vorgeschritten ist und welche folgende Entwicklung er voraussichtlich bald nehmen dürfte, darüber möge das folgende Kartenbild einigen Aufschluß geben.

Es muß bemerkt werden, daß in die Kartenskizze bloß Wasserkraftwerke über 1000 PS Leistung aufgenommen worden sind, die sehr zahlreichen kleineren Anlagen, die in ihrer Gesamtleistung wohl auch ziemlich hinter dem Totale der großen Anlagen zurückstehen, konnten schon aus Gründen der Deutlichkeit in der Darstellung keinen Platz finden. Auch wurde deshalb der östliche Teil Galiziens, der nur zwei projektierte Großwasserkraftanlagen zu verzeichnen hat, weggelassen.

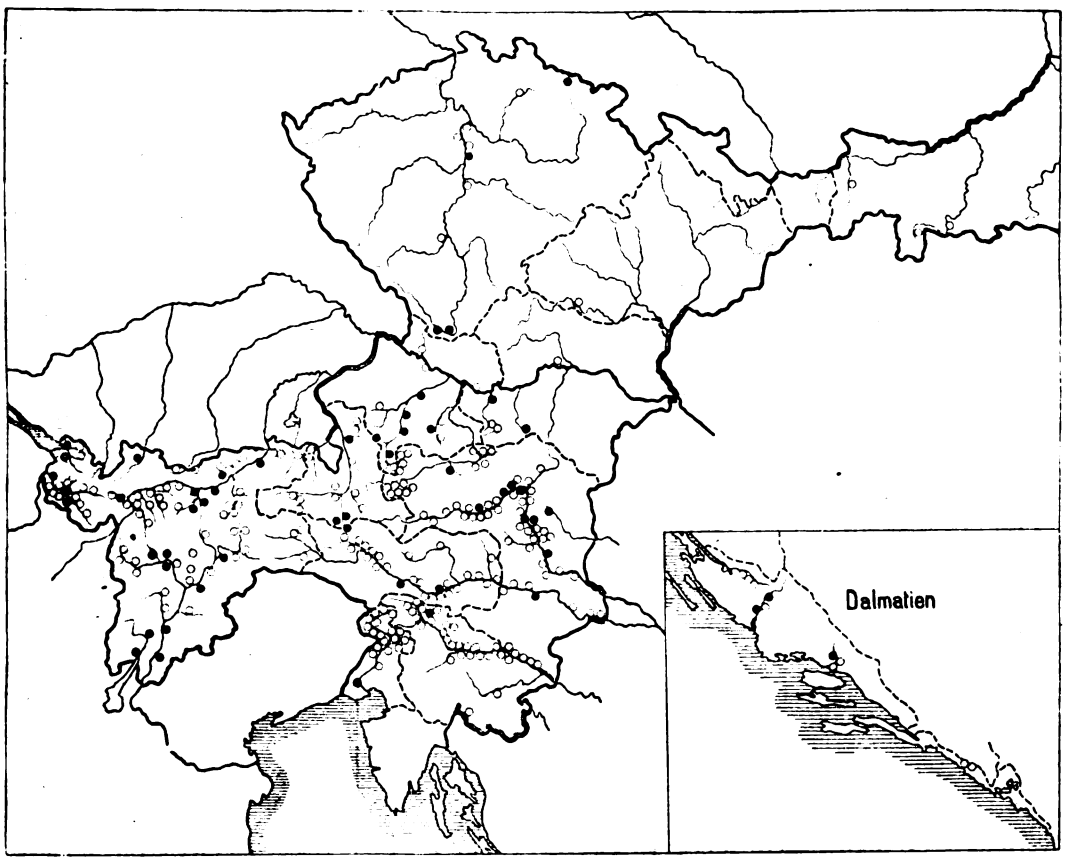
Die bereits angeführten Werke sind mit vollen, die projektierten Anlagen mit leeren Punkten in die Kartenskizze eingetragen.

Bemerkenswert ist nun die Gruppierung der Örtlichkeiten, die für eine Wasserkraftausnützung größeren Umfanges bereits herangezogen oder für die Verwirklichung

Digitized by Google

solcher Projekte in Aussicht genommen worden sind. Im allgemeinen treten die Gebiete der Alpen sowie Dalmatien mit einem mehr oder weniger dichten Netz solcher Lokalitäten entgegen, während die Sudeten- und Karpathenländer diesfalls ganz zurückstehen. Diese Erscheinung ist zweifellos aus den früher erwähnten, viel günstigeren Voraussetzungen für die Anlage von Wasserkraftanlagen in den alpinen Gebieten zu erklären, wiewohl, was Böhmen anbelangt, wohl auch das Vorkommen von Kohle und die verhältnismäßig billige Ausnützung derselben an Ort und Stelle oder bei geringer Transportweite dazu beigetragen haben mag, daß dort ungeachtet großen Kraftbedarfes der Industrie den Wasserkräften bisnun weniger nachgegangen worden ist. Hat doch Böhmen mehr als ein Dutzend Großkraftwerke über 10 000 PS mit Kohlen- bezw. Dampfbetrieb.

Die Dürftigkeit Galiziens an Projekten größerer Wasserkraftanlagen ist neben dem Umstand, daß Galizien vorherrschend Agrarland ist, auch darin begründet, daß die hydrographischen Verhältnisse für die Anlage rationeller Wasserkraftwerke hier nicht gerade besonders einladend sind, da die aus den Karpathen nach Norden entwässernden Gerinne im allgemeinen nur während ihrer anfangs noch kleinen Wasserführung ein erhebliches Gefälle aufweisen und die wasserreicheren Hauptsammeladern sich schon mehr oder weniger in der Ebene bewegen. Bessere Bedingungen für eine vorteilhafte Wasserkraftausnutzung bestehen im östlichen Teile Galiziens gegen die Bukowina zu und in diesem Waldlande selbst.



Die Skizze gibt natürlich nur einen Bruchteil aller Örtlichkeiten für einen möglichen Ausbau der Wasserkräfte und es treten hier nur jene Stellen hervor, die für den Ausbau oder die Projektierung bisher am verlockendsten erschienen, obwohl einige ganz besonders geeignete Gebiete, zum Beispiel Südtirol und die obere Drau, noch weiterer diesbezüglicher Betätigung harren.

Es ist nicht daran zu zweifeln, daß nach dem Kriege unsere Friedensindustrie gewaltige Anstrengungen machen muß und auch machen wird, um die furchtbaren Passiva, die der Krieg hinterlassen hat, ausgleichen zu helfen. Die durch den Stillstand mancher Betriebe zurückgebliebene Produktion, die erschöpften Vorräte und die äußerste Abnützung vieler Gebrauchsmittel werden der Industrie auf Jahre hinaus einen vorzüglichen Markt sichern. Befreit von einem früher sehr fühlbaren Druck der Unsicherheit wird an zuströmendem Kapital kein Mangel sein und der Ausbau der Wasserkräfte dürfte dadurch eine ganz gewaltige Förderung erfahren, zumal ungeachtet erhöhter Anlagekosten die Konkurrenzfähigkeit der Wasserkraft gegenüber den Dampfbetrieben infolge der hohen Kohlenpreise und Frachttarife sich zweifellos wesentlich gehoben hat.

Um bei dem Vergleich mit der Kohle zu bleiben, sei hier daran erinnert, daß wir in Österreich jährlich zirka 40 Mill. t Kohle verbrauchen, wovon rund 10 Millionen aus dem Ausland eingeführt werden müssen. Von diesen 40 Millionen darf ungefähr die Hälfte auf den kalorischen Bedarf der verschiedenen Industrien, vor allem der Eisenindustrie, und für den Hausbrand usw. gerechnet werden, so daß etwa 20 Mill. t Kohle nur zu Kraftgewinnungszwecken verbraucht werden.

Würden nun bloß die in den Alpenländern noch ausnützbaren Wasserkräfte in elektrische Energie umgesetzt sein, dann ergäbe sich mit Berücksichtigung der Verluste durch Fernleitungen, Transformatoren und Betriebsschwankungen beim Ausbau der Wasserkräfte auf Niederwasser eine Leistung von fast 8 Milliarden kWh, was bei einem vergleichsweisen Kohlenbedarf von 3 kg pro 1 kWh ein Kohlenäquivalent von 23·4 Mill. t ergibt. Bei der Ausnützung höherer Betriebswässer nimmt der Gleichwert an Kohle entsprechend zu und er erreicht beim achtmonatigen Betriebswasser das Doppelte des Vergleiches mit dem Niederwasser.

Allein unsere noch freien alpenländischen Wasserkräfte würden also hinreichen, unseren gesamten Bedarf an Kohle für Kraftzwecke (einschließlich Bahnbetrieb) zu ersetzen und wir würden in Österreich durch den zielbewußten, möglichst vollständigen Ausbau unserer heimischen Wasserkräfte und deren vielfache industrielle Verwertung in die glückliche Lage kommen, nicht nur der fremden Einfuhr erfolgreich zu begegnen, sondern auch den Überschuß an heimischen Naturprodukten auf den ausländischen Markt zu bringen und dadurch mitzuarbeiten an der dauernden Erstarkung unserer volkswirtschaftlichen Kräfte.

Digitized by Google

Max Planck.

Die Aussprüche großer Männer haben suggestive Gewalt. Sensible, leicht beeinflußbare Menschen lassen sich oft in ihren Handlungen, gewiß aber in ihren Meinungen und Ansichten von solchen Sentenzen leiten. Und doch ist gar mancher solche Ausspruch ein schwerer Irrtum. Einen der falschesten Sätze — wenn dieser Superlativ erlaubt ist — hat einer der größten Männer ausgesprochen: Goethe, als er sagte: „Es ärgert die Menschen, daß die Wahrheit so einfach ist." Dieser Satz enthält zwei Behauptungen, die eine, wichtigere, daß die Wahrheit einfach sei, und die andere, daß die Menschen sich darüber ärgern. Eines ist so unrichtig wie das andere. Wir können und wollen hier nicht die alte Pilatusfrage stellen und untersuchen, was Wahrheit sei. Aber es ist nicht zu leugnen, daß, je weiter wir zu dem, was man gemeinhin „Wahrheit" nennt, vorzudringen versuchen, wir auf ein desto verwickelteres Netz von Ursachen oder Motiven stoßen, uns immer weiter von der Möglichkeit einer einfachen Erklärung entfernen und zwar auf allen Gebieten des Lebens und der Wissenschaft. Es ist ebenso falsch, wenn die Psychoanalytiker von gestern die alleinige Quelle der Neurasthenie im Geschlechtlichen suchen, wie wenn Karl Marx die ökonomischen Gruppierungen für alle geschichtlichen Vorgänge allein verantwortlich macht oder Friedrich Nietzsche im Christentum nur einen Sklavenaufstand sieht. Aber auch vom Ärger der Menschen über die vermeintliche Einfachheit der Wahrheit ist nichts zu sehen. Man lausche nur einem politischen Gespräche von heute. Jeder kann mit einer „alleinigen Ursache" dieses oder jenes Ereignisses, dieses oder jenes Zustandes dienen (und jeder mit einer anderen). Und Goethe selbst? Der unerschütterliche Glaube an die Untrennbarkeit der Begriffe Wahrheit und Einfachheit war es, der ihn zu seiner selbst für den damaligen Stand der Naturerkenntnis sonderbaren Farbenlehre und zur Polemik gegen Newton geführt hat, deren Leidenschaft manchmal kindlich ist, um keine schärfere Endsilbe zu gebrauchen.

Einen ganz besonders deutlichen Beweis für den Antagonismus von tieferer Erkenntnis und Einfachheit liefert die Entwicklung der theoretischen Physik in der letzten Zeit. Die klassische Lehre hatte auf einigen wenigen, scharf definierten Grundbegriffen ein Gebäude von wunderbarer Klarheit, Einfachheit und Durchsichtigkeit aufgerichtet. Der allgemeine Eindruck war der, daß an diesem Lehrgebäude nichts mehr zu ändern, kaum ihm etwas wesentliches hinzuzufügen sei. Tatsächlich hat auch der große Erkenntniskritiker Ernst Mach die nächsten einschneidenden Fortschritte der Naturerkenntnis nicht auf speziell physikalischem, sondern auf erkenntnistheoretisch-psychologischem Gebiete erwartet. Es kam aber ganz anders. Jenes Gebäude ist heute schwer erschüttert, zum Teile schon eingestürzt, die ganzen klassischen Vorstellungen befinden sich in einem krisenhaften Zustand. Und der Zusammenbruch kam nicht von außen, wie Mach glaubte, sondern von innen. Relativitätstheorie und Quantenhypothese haben ihn verursacht, er knüpft sich an die Namen A. Einstein und Max Planck.

Max Planck, der vor kurzem seinen 60. Geburtstag gefeiert hat und bei dieser Gelegenheit Gegenstand außergewöhnlicher Ehrungen gewesen ist, wurde am 23. April 1858 in Kiel geboren, wo sein Vater Professor der Rechte war. Er verbrachte seine Jugend und seine Studienjahre in München, wohin sein Vater im Jahre 1867 berufen wurde. Hier wirkte er auch als Privatdozent der theoretischen Physik von 1880 bis 1885. Bis 1889 lehrte er sodann dieses Fach in seiner Vaterstadt Kiel und wurde in diesem Jahre auf Veranlassung von Helmholtz, der die hervorragenden Qualitäten des jungen Forschers erkannt hatte, als Nachfolger Kirchhoffs nach Berlin berufen. Hier übt er neben seiner so erfolgreichen Forscherarbeit auch eine umfangreiche Lehrtätigkeit aus und versieht überdies das schwierige Amt eines ständigen Sekretärs der Preußischen Akademie der Wissenschaften. Nur eine außerordentliche Persönlichkeit ist diesen gleichzeitigen enormen Anforderungen an geistige Leistungsfähigkeit und physische Arbeitskraft gewachsen.

Die Hauptarbeitsgebiete Plancks sind die Thermodynamik und die Elektrodynamik, wobei er jener die frühere, dieser die spätere Periode seiner Forschertätigkeit widmete, ohne jedoch den Boden der ersten je ganz zu verlassen. Es ist bemerkenswert, daß Planck beim Übergang von dem einen zum anderen Gebiete auch eine Änderung seines Standpunktes gegenüber den Grundannahmen, die ihn leiteten, vollzog. Während er in der Thermodynamik ohne jede spezielle Voraussetzung, namentlich atomistischer Natur, auszukommen suchte, hat er in der Elektrodynamik, bezw. in dem von ihm hauptsächlich bearbeiteten Teile dieser, der Strahlungstheorie, der Atomhypothese zu ihrem letzten großen Triumph verholfen.

Das Minimum an Voraussetzungen, mit dem die Thermodynamik arbeitet, die Allgemeingültigkeit ihrer Schlüsse und die Strenge ihrer Methode scheinen es gewesen zu sein, die Planck besonders anzogen. Sein Bestreben war es, durch möglichste Klärung der Begriffe und Aussonderung aller methodisch fremden Bestandteile und Beimischungen diese Eigenschaften der Thermodynamik immer schärfer hervorzuheben. Die thermodynamische Betrachtungsweise, wie sie insbesondere von Joule und Clausius begründet und von Maxwell und Boltzmann weitergeführt wurde, ist die kinetische, die mit den Prämissen der kinetischen Gastheorie operiert. Sie ist auf bisher unübersteigliche Schwierigkeiten mathematischer und vorstellungsmäßiger Natur gestoßen. Eine andere, besonders von Helmholtz vertretene Behandlungsart, begnügt sich mit der Annahme der Wärme als Bewegung, ohne auf weitere Spezialisierungen dieses Grundprinzipes einzugehen. Diese Methode ist umfassender und den genannten Schwierigkeiten weniger ausgesetzt, doch vermag sie naturgemäß weniger zu leisten, namentlich in bezug auf die theoretische Erfassung der Einzelnheiten. Eine dritte Methode besteht darin, daß überhaupt keinerlei Festsetzungen über die Natur der Wärme gemacht werden und das ganze Schwergewicht auf die allgemeinsten und sichersten Erfahrungen, vor allem die beiden Hauptsätze der Wärmelehre, gelegt wird. An sie vermag die logische Deduktion in fruchtbarster Weise anzuknüpfen. Diese Methode hat Planck zu der seinen gemacht und mit dem größten Erfolge durchgeführt.

Ein schönes Beispiel für diese Anerkennung der Gleichwertigkeit von Induktion und Deduktion, die für die Auffassung der modernen Naturwissenschaft charakteristisch ist und in der die Erfahrung als inapellables kritisches und die logische Ableitung als verbindendes und ordnendes Prinzip zu dem verschmelzen, was man heute eine Theorie nennt, nämlich ein in sich folgerichtiges, durch die Erfahrung gestütztes Bild der Naturvorgänge, ist Plancks Beweis des zweiten Hauptsatzes in seinen „Vorlesungen über Thermodynamik". An die Spitze der Beweisführung wird der durch die Erfahrung gegebene Satz gestellt, daß es unmöglich ist, eine periodisch funktionierende Maschine zu konstruieren, die sonst nichts bewirkt, als die Hebung einer Last und die Abkühlung eines Wärmereservoirs, oder, mit anderen Worten, daß es kein perpetuum mobile zweiter Art gibt. Aus diesem Satze wird der andere Satz abgeleitet, daß die Ausdehnung eines Gases ohne äußere Arbeitsleistung und ohne Wärmezufuhr irreversibel ist. Die Überlegungen der eigentlichen Beweisführung beginnen mit der Betrachtung eines einzelnen idealen Gases, werden dann zunächst auf ein System solcher Gase und schließlich auf beliebige Körpersysteme ausgedehnt. An einem bestimmten Punkte der Entwicklung dieser Überlegungen wird obiger Satz über die irreversible Expansion ins Treffen geführt und schließlich der zweite Hauptsatz in vollster Strenge und Allgemeinheit in der Form gewonnen, daß jeder in der Natur stattfindende physikalische oder chemische Prozeß derart verläuft, daß die Summe der Entropien aller beteiligten Körper vergrößert wird.

Die Unterscheidung in reversible und irreversible Prozesse macht Planck bereits in seiner Münchener Dissertation und er hat während seiner ganzen Forschertätigkeit immer wieder auf sie zurückgegriffen und ihre außerordentliche und prinzipielle Bedeutung ins hellste Licht gerückt.

Auch die Habilitationsschrift und alle weiteren Arbeiten Plancks bis zum Jahre 1893 beschäftigen sich mit der Thermodynamik und gipfeln in vier großen Abhandlungen über das Prinzip der Vermehrung der Entropie. Neben dem schon erwähnten Zwecke der Begriffsklärung und der reinlichen Herausarbeitung der charakteristischen Methode durch Untersuchung von Fragen über den Geltungsbereich der reinen Thermodynamik, also der vollen Strenge und unbedingten Sicherheit des Einflusses neuer Hypothesen gebietsfremden Ursprunges oder der Zulässigkeit idealisierter Prozesse, wird Planck auch von der Absicht geleitet, zu den auf ganz anderen Bahnen erreichten Resultaten der physikalischen Chemie Stellung zu nehmen und sie von seinem allgemeinen Standpunkt aus zu betrachten. Das Massenwirkungsgesetz von Guldberg und Waage, die Theorie der verdünnten Lösungen von Van't Hoff, die Erscheinungen des osmotischen Druckes und die Dissoziationsarbeiten von Arrhenius wurden durch ihn theoretisch gestützt und verknüpft und so neu belebt.

Die überragende Bedeutung, die die Elektrodynamik durch die großen Entdeckungen Maxwells und Hertzs erlangt hatte, mußte naturgemäß einen Forschergeist vom Range Plancks aufs intensivste anziehen. Er erkor sich die elektrodynamische Strahlungstheorie als spezielles Arbeitsgebiet und stellte sich die Aufgabe, auch dieses dem thermodynamischen Vorstellungskreis zu unterwerfen. Vor allem lag ihm daran, auch hier die Existenz einer Größe nachzuweisen, die durch den jeweiligen physikalischen Zustand des Systemes vollständig bestimmt ist und bei allen im Systeme sich abspielenden Vorgängen sich immer nur in einem Sinne ändert, sonach also ein elektrodynamisches Analogon der thermodynamischen Entropie aufzufinden. Ist eine solche Größe auffindbar, so ist damit gezeigt, daß die Vorgänge einseitig, irrever-

Digitized by Google

sibel verlaufen und einem bestimmten Endzustand, dem stationären Zustand, zustreben, der beim Maximum (oder Minimum) jener Größe erreicht wird. In diesem Falle wäre auch der Nachweis der Abhängigkeit der Energie der Strahlung von der Temperatur, i. e. das Strahlungsgesetz, erreicht. Es zeigte sich, daß dies nicht mit einem Schritte möglich war. Wohl erwies sich die Annahme einer gewissen Regellosigkeit der Strahlung schon einer einzigen Quelle als eine Grundbedingung für die Einführung des Entropiebegriffes in diese Erscheinungsgruppe, die bereits ein Strahlungsgesetz lieferte, nämlich das Wiensche, jedoch erst die Ausdehnung der Betrachtung auf eine größere Anzahl strahlender Elemente und die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung in Verbindung mit der Boltzmannschen Beziehung zwischen Entropie und Wahrscheinlichkeit führte zu einem befriedigenden Ausdruck für die Entropie und damit zum allgemeinen Strahlungsgesetz. Auf diesem Wege aber war auch die Quantenhypothese geschaffen worden.

Es ist interessant und bedeutungsvoll, daß die Konzeption dieser folgenschweren Idee eigentlich in dem Widerspruch zwischen bestimmten experimentellen Ergebnissen und theoretischen Ableitungsresultaten wurzelt.

Das Stephan-Boltzmannsche Gesetz der integralen Strahlung und das Wiensche Verschiebungsgesetz fanden durch die Messungen von Lummer und Pringsheim an der Reichsanstalt weitgehende Bestätigung, das Wiensche Strahlungsgesetz jedoch erwies sich nur für hohe Schwingungszahlen erfüllt, für kleine Schwingungszahlen jedoch mit systematischen Abweichungen behaftet. Obwohl nun einerseits Paschen die allgemeine Gültigkeit des Wienschen Gesetzes nachzuweisen suchte und andererseits auch Planck auf einem strengeren theoretischen Wege zum Wienschen Strahlungsgesetz gelangte, beharrten Lummer und Pringsheim auf ihrem Standpunkte und lieferten in einer neuerlichen Arbeit den unbezweifelbaren Nachweis der Abweichungen des Wienschen Gesetzes von den Beobachtungen für kleine Schwingungszahlen (lange Wellen). Da faßte Planck den genialen Gedanken, die Energie seiner als Strahlungsquellen dienenden Oszillatoren nicht mehr als eine mit der Eigenschwingungszahl ν stetig veränderliche Größe, sondern als ein stets ganzzahliges Vielfaches eines endlichen Energieelementes (Energiequantums) ε zu betrachten. Dies ist der Kern der Quantenhypothese und damit war die Schwierigkeit besiegt.

Der Weg, der Planck von diesem Gedanken zum Strahlungsgesetz führte, ist der folgende. Er teilte die ganze, dem Strahler- oder Oszillatorensystem innewohnende Energie in eine Anzahl endlicher Elemente ε (Energiequanten) und dachte sich diese nach dem Zufall über die einzelnen Oszillatoren verteilt. Diese Annahme gestattete mit Hilfe der Formeln der Kombinatorik die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Verteilung und weiterhin nach dem Vorgange Boltzmanns die Entropie des Oszillatorsystemes zu berechnen. Die Anwendung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik, dessen Inhalt ja die Beziehung zwischen Entropie und Energie ist, lieferte sodann zunächst den Wert der mittleren Energie eines Oszillators. Die Art und Weise, wie diese mittlere Energie in Abhängigkeit von ν und T bestimmt wurde, hatte seinerzeit Planck zur Wienschen Formel geleitet; die neue Bestimmung brachte in Verbindung mit der durch das experimentell so wohl fundierte Wiensche Verschiebungsgesetz bedingten Forderung der Proportionalität von ε und ν entsprechend dem Ansatze $\varepsilon = h \cdot \nu$ das neue Strahlungsgesetz

$$R_\nu = \frac{h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}.$$

h ist eine universelle Konstante, das sogenannte elementare Wirkungsquantum; es hat die Dimensionen einer „Wirkung" (Energie . Zeit). Das neue Strahlungsgesetz hat die zahlreichen experimentellen Prüfungen, denen es unterworfen wurde, glänzend bestanden.

Die Quantentheorie ist eine sehr junge Theorie und nicht nur nicht fertig durchgebildet, sondern vielmehr in konstanter Entwicklung und Ausgestaltung begriffen. Es gibt beinahe kein Gebiet der Physik, das sie nicht in ihren Bannkreis gezogen hätte, hier klärend und befruchtend, dort zerstörend und auflösend. Jedoch auch sie selbst ist nicht völlig unversehrt aus diesem Kampfe hervorgegangen, wenn auch ihr Grundgedanke immer wieder auf den verschiedensten Wegen Bestätigung gefunden hat. In wirksamster Weise geschah dies in unmittelbarem Anschluß an die Formel selbst. Die dort vorkommende meßbare Konstante k erwies sich als gleich dem Quotienten aus der absoluten Gaskonstanten R und der Avogadroschen Zahl N, so daß aus Strahlungsmessungen die Zahl N und weiterhin die Ladung des Elektrons ermittelt werden konnte, in voller Übereinstimmung mit den Werten aus früheren, ganz anders fundierten Berechnungen. So war die Quantenidee selbst auf eine unverrückbare Unterlage gestellt, die weitere Entwicklung der Lehre jedoch führte zu einem Kompromiß und es ist bemerkenswerterweise Planck selbst, der hier den gemäßigteren Standpunkt vertrat, während der radikale von Einstein eingenommen wurde. Einstein ging soweit, auch der Ausbreitung der Strahlung im Vakuum oder irgend einem Medium quantenhafte Struktur zuzuschreiben und schuf so die Lichtquantenhypothese. Obwohl dieser Hypothese eine Reihe schöner Erfolge beschieden war, indem sie mehrere Erscheinungen aufzuklären vermochte, denen die ältere Theorie ratlos gegenüberstand, wie die Stokessche Regel in der Phosphoreszenz, die Fluoreszenzerscheinungen im Sichtbaren und im Röntgengebiet, die photoelektrischen Erscheinungen, gewisse Phänomene der Gasionisierung und der photochemischen Reaktionen, wurde sie nur von wenigen Forschern vorbehaltslos angenommen, da sie in allzu grellem Gegensatze zu der anderweitig lückenlos bewährten Undulationstheorie stand. Auch Planck selbst beschränkt die quantenmäßige Auffassung auf die Wechselwirkung der Strahlung und Materie im Oszillator und hält für die Ausbreitung der Strahlung die klassische Wellenlehre aufrecht. Als ferner A. H. Lorentz darauf aufmerksam machte, daß eine quantenhafte Absorption großen Schwierigkeiten begegne, da bei schwachem äußeren Strahlungsfeld die Absorptionsdauer eines Energiequantums sehr groß würde und dann nicht einzusehen sei, was geschehen solle, wenn die Strahlung willkürlich abgebrochen würde, bevor der Oszillator ein volles Quantum aufgenommen habe, entschloß sich Planck, die Quantentheorie dahin abzuändern (nach Ansicht mancher Physiker: abzuschwächen), daß nur die Emission quantenhaft und unstetig stattfinde, die Absorption hingegen stetig nach den Gesetzen der klassischen Elektrodynamik. Es geht eine stetige und der Zeit proportionale Auffüllung des Energieinhaltes des Oszillators durch Absorption vor sich, während welcher sonach im Gegensatze zu der zuerst geäußerten Form der Idee die Energie des Strahlers sich stetig ändert, bis sie ein Vielfaches von ε erreicht hat, um dann, wenn das den Vorgang beherrschende Wahrscheinlichkeitsgesetz es zuläßt, vollständig abgegeben zu werden. Es werden also Quanten emittiert.

Drei klassische Theorien hatten in ihren letzten Konsequenzen versagt: die statistische Mechanik, die Molekulartheorie der festen Körper und die kinetische Gastheorie. Die klassische Statistik führte auf allen eingeschlagenen Wegen zu einem falschen Strahlungsgesetz, die Molekulartheorie vermochte die Abweichungen vom Gesetze von Dulong und Petit nicht zu rechtfertigen und die kinetische Gastheorie war unvereinbar mit den Nullpunktserscheinungen, insbesondere dem Nernstschen Wärmesatz. Aus allen diesen Schwierigkeiten vermochte die Quantentheorie herauszuführen. Sie lieferte, wie wir sahen, ein einwandfreies Strahlungsgesetz, sie zeigte, von Einstein auf diese Fragen angewandt, daß das Gesetz von Dulong und Petit ein nur für kleine Werte von $\frac{\nu}{T}$ erfülltes Grenzgesetz, die Atomwärme der einatomigen Körper sohin keine von Temperatur unabhängige Konstante, sondern eine Funktion von $\frac{\nu}{T}$, für einen bestimmten Körper, also konstantes ν, demnach eine Funktion der Temperatur sei, und sie vermochte schließlich durch den ihr eigentümlichen Begriff der Nullpunktsenergie dem Nernstschen Wärmesatze gerecht zu werden, wobei nicht zu vergessen ist, daß dieser Begriff aus der modifizierten Form der Theorie folgt, der ursprünglichen hingegen fremd ist.

Alle bisher vorgeführten Leistungen der Quantentheorie konnte diese in ihrer Ausarbeitung für einen Freiheitsgrad vollbringen. Ihre Ausdehnung auf mehrere Freiheitsgrade befähigte sie zu noch weiteren Erfolgen, und zwar auf den von der Vorstellung der Atommodelle beherrschten Gebieten der Serienspektren und der Röntgenspektren und dem jener Erscheinungen, die nicht in den Atomen, sondern den Molekülen ihren Ursprung haben, deren Theorie demnach auf den Molekülmodellen fußt. Es sind dies die normale Dispersion und die Magnetorotation, die Drehung der Polarisationsebene im Magnetfelde.

Die Quantentheorie hat sich ganz außerordentlich in die Breite, doch eigentlich noch wenig in die Tiefe entwickelt. Es melden sich Stimmen, darunter in erster Linie Plancks eigene, welche die Quantenvorstellung nur als etwas sekundäres, äußerliches bezeichnen, das auf ein noch verborgenes allgemeines, das Naturgeschehen weithin beherrschendes Gesetz hinweist, das uns wohl erst die fernere Zukunft enthüllen wird.

Als geradezu selbstverständlich erscheint es, daß Planck auch die zweite große physikalische Entdeckung der jüngsten Zeit, die Relativitätstheorie, in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen hat. Wie nicht anders zu erwarten, strebte er danach, sowohl die thermodynamischen als auch die quantentheoretischen Begriffe auf den neuen Vorstellungskomplex anzuwenden und so eine allgemeine Dynamik zu schaffen. Seine große Arbeit „Zur Dynamik bewegter Systeme" zeigt ihn vollständig auf der Seite der neuen Lehre.

Digitized by Google

Planck hat sich nie experimentell betätigt und es ist auch nicht möglich, auf diesen oder jenen praktischen Fortschritt, diese oder jene technische Errungenschaft hinzuweisen und zu sagen, sie sei Plancks Werk. Der gewaltige Ruck nach vorwärts jedoch, den er der Entwicklung der theoretischen Physik gegeben hat, wird sich zweifellos früher oder später auch in einen technischen Fortschritt umsetzen. Insbesondere seine Ausgestaltung der Strahlungslehre, in der er ja Theorie und Experiment zu voller Übereinstimmung brachte, wird sich unleugbar von großer fruchtbringender Bedeutung für die Beleuchtungstechnik erweisen.

Eine Schilderung der wissenschaftlichen Persönlichkeit Plancks wäre unvollständig, wenn sie nicht auch seine Stellung zur Philosophie umfaßte und es wäre verwunderlich, wenn ein Deutscher von der wissenschaftlichen Bedeutung Plancks zu ihr nicht Stellung genommen hätte. Es mutet eigenartig und nicht unsympathisch an, daß er hier, bei der Begründung und Verteidigung seiner Weltanschauung — um dieses müdegehetzte, arg mißbrauchte und diskreditierte Wort wieder einmal zu gebrauchen — aus seiner sonstigen immer bewahrten kühlen und sachlichen Reserve herausgetreten ist. Zwei Standpunkte sind es vor allen, gegen die er sich wendet, die Energetik und der Machsche Funktionalismus. Beide erscheinen ihm als Auswüchse eines übertriebenen Positivismus.

Bei der auf Rankine (1853) zurückgehenden, in neuerer Zeit insbesondere von W. Ostwald verfochtenen Energetik handelt es sich nicht etwa um eine berechtigte Betonung der großen Bedeutung, die dem Energiebegriff in der heutigen Naturwissenschaft zukommt, sondern um den Versuch, die Lehrsätze der Thermodynamik so zu verallgemeinern, daß sie zu einer alle physikalischen Einzelgebiete umfassenden Theorie wird, die weit mehr zu leisten und von allem ganz andere Probleme zu lösen verspricht als diese, ja schließlich im offenkundigen Gegensatz zur mechanischen Naturauffassung tritt. Planck zeigt zunächst, daß das Mittel, das hiezu angewandt wird, die Schaffung neuer Energieformen und die Zerlegung dieser je nach dem beabsichtigten Zweck, nicht nur ein ganz willkürliches, sondern auch ein verfehltes, zu falschen Ergebnissen führendes sei. Dann zieht er den Schluß aus dieser Feststellung und sagt: „Nichts, schlechterdings gar nichts hat die Energetik bis zum heutigen Tage an positiven Leistungen aufzuweisen, obwohl ihr seit Rankine dazu Zeit und Gelegenheit in Fülle geboten war." Gegenüber dem Einwand, daß die Energetik noch in keinem Falle zu einem Widerspruche mit der Erfahrung geführt habe, bemerkt er, das treffe zu — „aus dem einfachen Grunde, weil die Energetik vermöge der Unsicherheit ihrer Begriffe überhaupt nicht fähig ist, ein neues Resultat hervorzubringen, welches an der Erfahrung geprüft werden kann". Und dies sei der schlimmste Vorwurf — „denn eine Theorie, welche, um ihre Existenz zu wahren, darauf angewiesen ist, den wirklichen Problemen auszuweichen, wurzelt nicht mehr in dem Reich der Naturwissenschaft, sondern auf metaphysischem Boden, wo ihr die Waffen der Empirie allerdings nichts mehr anhaben können".

Die Lehre Ernst Machs geht bekanntlich dahin, die Empfindungen als letzte Realitäten zu betrachten, deren funktionaler Zusammenhang ohne kausale Färbung die Naturgesetzlichkeit ausmacht. Naturwissenschaft endlich ist nichts, als die Anpassung unserer Gedanken an die Empfindungen zum Zwecke der Denkökonomie. Dieser Ansicht tritt Planck ziemlich scharf entgegen und beantwortet die Frage, ob das physikalische Weltbild lediglich eine mehr oder minder willkürliche Schöpfung des menschlichen Geistes sei, mit einem resoluten Nein und die Frage, ob es reale, von uns unabhängige Naturvorgänge gibt, mit einem ebenso resoluten Ja, während nach Machs Ansicht die erste Frage mit Vorbehalt zu bejahren wäre und die zweite überhaupt keinen eigentlichen Sinn hat. Der Schluß, den der Entwicklungsgang der Physik der Philosophie nahelegt, ist nach Plancks Ansicht der, als eigentliche Elemente der Welt die unter objektiven Gesetzen stehenden Atome anzusehen, im vollsten Gegensatze zur Machschen Schule, die gerade die Atomhypothesen bekämpft und so die eigentlichen Bausteine des physikalischen Weltbildes aus diesem eliminiert. Die Methoden der Physik berechtigen nach Planck zu der Behauptung, daß den Atomen nicht mehr und nicht weniger Realität zukomme als den Himmelskörpern und daß die Aussage, ein Wasserstoffatom wiege $1{\cdot}6 \cdot 10^{-24}$ g, erkenntniskritisch nicht niedriger zu werten sei, als die, der Mond, der so wenig auf eine Wagschale gelegt werden könne wie das Wasserstoffatom, wiege $7 \cdot 10^{24}$ g. Dieses beim Überblicken unserer physikalischen Kenntnisse deutlich hervortretende Vorhandensein eines von aller Forscherindividualität unabhängigen sachlichen und methodischen Substrates läßt uns erkennen, daß das Ziel der Forschung nicht in einer möglichst vollständigen Anpassung unserer Gedanken an unsere Emptindungen, sondern im Gegenteil in der vollständigen Loslösung des physikalischen Weltbildes von der Individualität des bildenden Geistes gelegen sei. Dem hypostasierten Anthropomorphismus Machs wird die Emanzipation von allen anthropomorphen Elementen entgegengestellt.

Daß Machs Gedanken trotzdem soviel Anklang besonders bei Naturforschern fanden, ist nach Plancks Ansicht in der Enttäuschung und Ernüchterung begründet, die eintrat, als die mechanische Naturanschauung die hohen Erwartungen, die an sie geknüpft wurden, nicht zu erfüllen vermochte. Als Reaktionserscheinung ist sonach Machs Lehre verständlich und als besonnene Rückführung zur Quelle aller Erkenntnis, zu den Sinnen, berechtigt. Aber sie schießt über ihr Ziel hinaus.

Hinter diesem Hinausschießen über das Ziel, das sich ja auch bei der Energetik zeigte, steckt jedoch meines Erachtens nach etwas anderes. Wilhelm Wundt hat auf die merkwürdige Tatsache aufmerksam gemacht, daß die Metaphysik heute weniger bei den Fachphilosophen als bei den Naturforschern Pflege findet. Er unterscheidet drei Stufen der Metaphysik: die poetisch-mythische, die die Zusammenhänge schafft, die dialektische, die ihre innere Notwendigkeit zu begreifen sucht, und die kritische, die ihren subjektiven Anteil aufzeigt. Alle drei sind heute durch große Naturforscher vertreten, die erste durch Häckel, die zweite durch Ostwald, die dritte durch Mach. Die Metaphysik und ihr nimmer ruhender Stachel ist es, der diese Männer über sich selbst hinaus und, wie viele meinen, in die Irre getrieben hat. Und Planck mag durch das Gefühl zu seiner Stellungnahme bewogen worden sein, daß der als Naturforscher verkleidete Metaphysiker der gefährlichere Feind ist.

Dr. G. Dimmer.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Elektrische Großwirtschaft in Württemberg. B. Monath nimmt zur Frage der Parallelschaltung bestehender Elektrizitätswerke in Württemberg unter Bezugnahme auf die Arbeiten von H. Büggeln Stellung*). Die dort empfohlene Errichtung von Großkraftwerken mit 150 000 kW Gesamtleistung, wovon 120 000 kW in Dampfkraftwerken zu erstellen und die Energie mittels 100 000 V Ringleitung als „Landessammelschiene" von 8 Transformatorwerken zu verteilen wäre, erscheint dem Verfasser bei dem derzeitigen Stande der Elektrizitätsversorgung Württembergs (274 Elektrizitätswerke, hievon 204 mit Wasserkraft) nicht wirtschaftlich von Vorteil. Zunächst würde eine Vereinheitlichung der den Unterwerken zugeführten Mittelspannung von 15 000 V (an Stelle der bisher verwendeten von 5000, 10 000, 15 000 und 20 000 V) mittels Spartransformatoren auf Schwierigkeiten stoßen. Bei einer jährlichen Ausgleichsstromabgabe von 125 Mill. kWh mit 10% Leitungsverlusten und 8% Kapitaldienst (von 15 Mill. Mark Anlagekapital) würden die reinen Übertragungskosten 1·17 Pfg. für die kWh betragen. Monath rechnet nur mit einer Ausgleichslieferung von 20 Mill. kWh und bei einem Kapitaldienst von 10% der mit 3·3 Mill. Mark veranschlagten 100 km langen 100 000 V-Leitung mit 2·06 Pfg. Übertragungskosten für die kWh, wogegen die Transportkosten der Kohle nach dem Kraftwerk nur mit 1·09 Pfg. pro kWh berechnet werden. Mithin erscheint die Belassung der bisherigen, mit Wasserkraft betriebenen (200) Elektrizitätswerke an Stelle der neu zu errichtenden Großkraftwerke mit Dampfbetrieb wirtschaftlich weit günstiger. Zu den wirtschaftlichen Bedenken treten noch die betriebstechnischen: 1. Die Notwendigkeit, die bestehenden Turbinengeneratoren mit Übererregung zwecks Phasenverbesserung parallel mit den Transformatorwerken der Großkraftwerke laufen zu lassen. 2. Die hiedurch bedingte ungünstigere Ausnutzung der bestehenden Anlagen. 3. Die sich daraus ergebenden Spannungs- und Frequenzschwankungen im Betriebe, die durch den Einbau von Drehtransformatoren als Spannungsregler kaum zu beheben sind.

Der mit 500 Mill. kWh (für 1926) berechnete Strombedarf erscheint dem Verfasser zu hoch eingesetzt; überdies bedingt die Errichtung eines solchen Großkraftwerkes die Einfuhr eines teueren Betriebsstoffes. Die mit 100 (statt 120) Mill. Mark veranschlagten Gesamtkosten dieser Anlage ergeben bei 10% einen Zinsendienst von 12 Mill. Mark, welcher bei dem Mangel an Akkumulierfähigkeit dieser Anlage unwirtschaftlich erscheint. Die Lieferung von Kohle für die mit Dampfkraft betriebenen Aushilfswerke könnte durch Verwertung der Nebenprodukte bei Errichtung von Gasmaschinenkraftwerken unter Verwendung der heimischen Brennmittel vermieden werden**).

Zusammenfassend wird der Zusammenschluß aller bestehenden Elektrizitätsanlagen für die Landeselektrizitätsversorgung und der weitere Ausbau der Wasserkräfte empfohlen; die Errichtung von großen Dampfkraftwerken kann nur auf Grund vorsichtiger Erhebungen in Betracht kommen.

(Mitt. der Verein. der El.-Werke, Nr. 211 bis 215, 1918.)

*) Vergl. E. u. M. 1918, Aus. S. 21; und 1917, Seite 111.

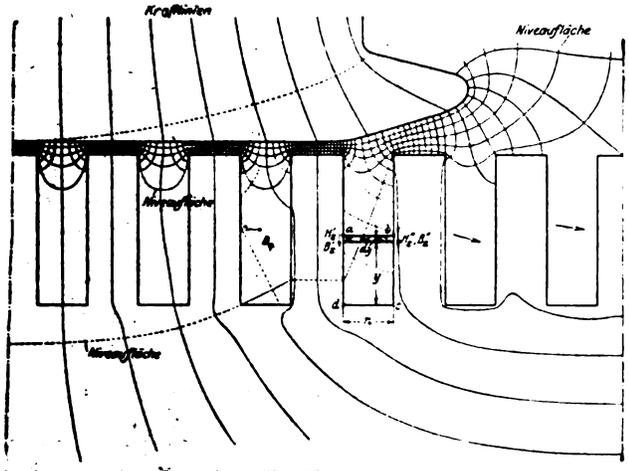
**) Vergl. E. u. M. 1918, Seiten 19 und 167.

Digitized by Google

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Die Berechnung des Nutenquerfeldes in unbelasteten Dynamoankern ist eine Frage, die den im Elektromaschinenbau beschäftigten Ingenieur gewiß lebhaft interessiert, da dieses Querfeld in der langen Hochkantfläche der Ankerleiter Wirbelströme hervorruft. Die Lösung der Aufgabe ist nicht einfach, die von Dr. L. Dreyfuss gegebene Lösung ist sicherlich anerkennens- und bewundernswert; sie ist aber schwer zu übersehen und wird deshalb auch schwer in der Praxis Fuß fassen. Der verwickelte Verlauf des in den Nutenanker eindringenden Kraftflusses längs der Zähne, längs und quer zu den Nuten zeigt Abb. 1. Unter

Abb. 1.



der Polmitte ist das Querfeld $\mathfrak{B}_q$ Null, erreicht etwas vor der Polspitze, wo das Hauptfeld anfängt, stark abzufallen, einen Höchstwert, um in der Pollücke nach Abb. 2 wieder auf Null herabzusinken; Abb. 2 zeigt die Querfeldinduktion längs des Ankerumfanges in einer bestimmten Nuttiefe. Natürlich ist das Nutquerfeld längs der Nuthöhe nach Abb. 3 stark veränderlich:

Abb. 2.

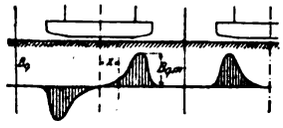
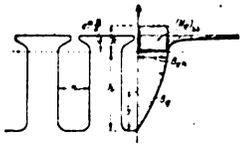


Abb. 3.



$\mathfrak{B}_q$ steigt vom Nutgrund gegen die Nutöffnung stark an. Es werden zwei Differentialgleichungen aufgestellt: Die erste Gleichung betrifft die Veränderlichkeit des Zahnflusses zwischen Wurzel und Krone, die zweite die Veränderlichkeit des Nutenquerfeldes zwischen Nutboden und Nutöffnung. Die Abhängigkeit der Querfeldinduktion $\mathfrak{B}_q$ und der Zahnfeldstärke $\mathfrak{H}_\delta$ vom Abstand y (Abb. 3), also in Richtung der Nuthöhe h wird durch Kreisfunktionen oder eine Fouriersche Reihe, die Abhängigkeit vom Abstand x (Abb. 2) in Richtung des Ankerumfanges durch Hyperbelfunktionen dargestellt. Für viele praktische Fälle dürfte die Ausrechnung des Höchstwertes $\mathfrak{B}_{qm}$ des Nutenquerfeldes genügen, für den in allen Fällen, nur außerordentlich feine Nutteilungen ausgenommen, gilt

$$\mathfrak{B}_{qm} = \mathfrak{H}_k' \frac{y}{n} \frac{2}{\operatorname{Ctg}\alpha \frac{b_1+b_2}{4} \cdot \operatorname{Ctg}\alpha \frac{t}{2} + 1}.$$

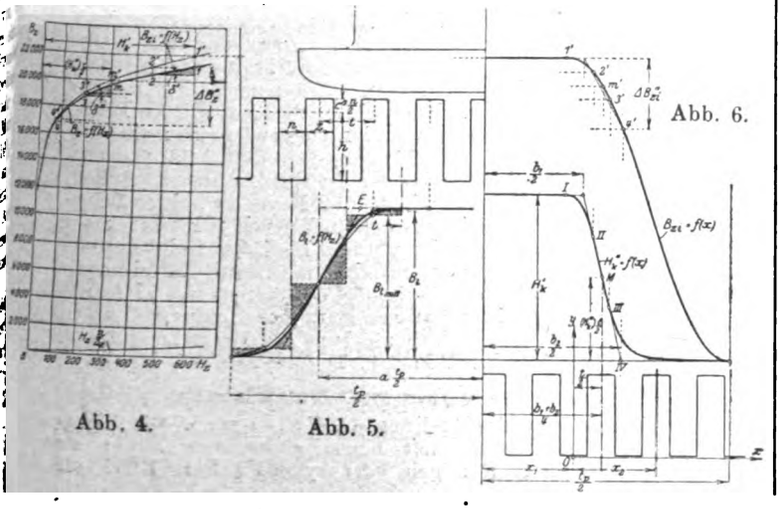


Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

Dabei ist $\mathfrak{H}_k'$ die zur ideellen Zahninduktion $\mathfrak{B}_{\delta i}$ an der Zahnkrone gehörige Feldstärke (Abb. 6), die man aus einer magnetischen Charakteristik (Abb. 4) entnimmt. Für $y = h$ ist $\mathfrak{B}_{qm}$ nach Abb. 3 am größten, wenn h die Nuthöhe ist. α folgt aus $\sin\alpha\frac{t}{2} = \frac{\pi}{4h}\sqrt{n(z_e\mu' + n)}$, wenn t die Nutteilung, n die Nutbreite, z_e die effektive Zahnbreite und

$$\mu' = \frac{d\,\mathfrak{B}_{\delta k}}{d\,\mathfrak{H}_{\delta k}} = \operatorname{tg}\delta' = 6{\cdot}5 \text{ bis } 8 \text{ (Abb. 4)}$$

ist. b_1 und b_2 erhält man aus den beiden Grundlinien (Abb. 6), wenn man die Feldstärke $\mathfrak{H}_k$ an der Zahnkrone über dem Umfang aufträgt und sie durch ein Trapez ersetzt; es ist $\frac{b_1+b_2}{4} \approx 0{\cdot}4\,P$, wenn P der Polbogen ist. $\mathfrak{B}_{qm}$ tritt an der Stelle des Umfanges auf, die durch E in Abb. 5 bezeichnet ist.

Bei Belastung wird natürlich das Nutenquerfeld durch die Anker-AW verstärkt. Von besonderer Wichtigkeit wäre nunmehr die Ermittlung der durch das Nutquerfeld in den Ankerleitern hervorgerufenen Wirbelströme. Sie läßt sich wohl nach ähnlichen Methoden durchführen, wie sie zur Berechnung der Verluste durch Stromverdrängung in Ankerleitern angewandt werden.

(Archiv f. Elektrot. 1917, 6. Heft.) *N.*

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Signal- und Registrierapparat für Blitzableiter. C. E. Green. Für viele Zwecke ist es erforderlich, die Zahl der durch Blitzschläge oder Überspannungen zwischen den Hörnern auftretenden Entladungen zu registrieren und durch ein akustisches Signal anzuzeigen. Die dazu dienenden Apparate benutzen entweder einen Kohärer oder eine Funkenröhre. Die erstgenannte Einrichtung ist in folgender Weise angeordnet. Von den Hängeisolatoren, die ein Horn der Funkenstrecke des Blitzableiters tragen, geht eine Leitung über eine Kugelfunkenstrecke zu einem Kohärer und von dort über eine zweite Funkenstrecke zur Erde. An die Kohärerklemmen ist eine Trockenbatterie von einigen Elementen und ein Relais angelegt. Geht eine Entladung zur Erde, so wird der Kohärer leitend, mithin schickt die Batterie Strom durch das Relais. Der sich schließende Relaiskontakt schließt nun an ein Netz einen Apparat an, der aus einem Zählwerk, einer Glocke und einem Relais besteht. Die Glocke zeigt den Durchschlag an, das Zählwerk registriert ihn und das Relais schließt einen Kontakt, wodurch ein den Kohärer entfrittender Stromkreis geschlossen wird. Dieser Stromkreis enthält eine Spule, die bei Erregung das Fritterpulver von den Elektroden des Kohärers abhebt. Dadurch werden alle Stromkreise unterbrochen und der Zustand vor Eintritt der Entladung herbeigeführt. Es werden Schaltungen für 11 000 und 30 000 V-Netze angegeben, sowie solche zur Anzeige von Hochfrequenzströmen niedriger Spannung.

Der Anzeigeapparat der zweiten Type enthält eine Funkenentladungsröhre, die zwischen dem vorgenannten Hängeisolator und einem an Erde angelegten Kondensator eingeschaltet ist. An die Klemmen der Röhre, die eine sehr dünne und eine dicke, zugespitzte Elektrode in einem evakuierten Rohr enthält, ist das Netz über einen Zähl- und Signalapparat angeschlossen. Bei einer Entladung über die Hörner des Blitzableiters geht auch eine Entladung durch die Röhre zur Erde. Diese Entladung ionisiert den Raum zwischen den beiden Elektroden der Röhre, so daß das Netz durch letztere hindurch einen den Zähl- und Anzeigeapparat (Glocke) betätigenden Strom zu senden vermag.

Der Kohärer mit den beiden Funkenstrecken, dem Relais und der Entfritterspule bezw. die Entladungsröhre mit einer Kugelfunkenstrecke sind auf einer Schalttafel angeordnet, die in der Nähe des Blitzableiters angebracht wird; der von ihnen betätigte Zähl- und Anzeigeapparat wird in einem für den Bedienenden leicht zugänglichen Raum angeordnet. ℄(Gen. El. Rev., 20, Nr. 7, 1917.)

Leitungen.

Wirkungsgrad und Leistungsfähigkeit von Fernsprechleitungen. L. Schultheiss. Die Untersuchungen gehen davon aus, daß die Leistungsfähigkeit einer Fernsprechleitung in erster Linie durch die Lautstärke und in zweiter Linie durch die Verzerrung bedingt wird. Die Berücksichtigung der Verzerrung kann nur schätzungsweise erfolgen. Ihr Einfluß wächst bei zunehmender Leitungslänge. Er tritt erst zur Geltung bei den verschiedenen Leitungsgattungen bei folgenden Längen in km:

	Durchmesser in mm	Länge in km
Gewöhnliche Freileitung	3	435
Pupinisierte ,,	3	385
Pupinisiertes Kabel	2	94·3
Krarupkabel	2	72
Gewöhnliches Kabel	2	11·2
,, ,,	0·8	3·9

Die Lautstärke wird bestimmt durch die dem Hörer zugeführte Leistung. Diese ist abhängig von der Leistung am Anfang

Digitized by Google

und dem Wirkungsgrad der Leitung. Verfasser zeigt nun, wie der Wirkungsgrad am einfachsten in der zuerst von Rössler angegebenen Weise mit Hilfe des Vektordiagramms ermittelt wird. Die Gleichungen werden den Zwecken der Fernsprechtechnik angepaßt und ein einfacher Weg zur Berechnung der drei notwendigen Größen: Leerlaufswiderstand, Kurzschlußwiderstand und Dämpfungsfaktor angegeben und an einzelnen Beispielen unter Verwendung von Schaulinien erläutert. Die entwickelten Gleichungen werden dann auf die Bestimmung des Wirkungsgrades von Freileitungen und Kabeln angewendet, wobei dem Höchstwirkungsgrade (η_{max}) einerseits, dem Wirkungsgrade der Leitung (η_z), wenn der Scheinwiderstand der Belastung gleich dem der Charakteristik der Leitung ist, andererseits, besondere Beachtung geschenkt wird. Es wird gezeigt, daß der Höchstwirkungsgrad (η_{max}) meist bei Belastungen erreicht wird, die weit über dem Wert der Charakteristik der Leitungen liegen. Die Phase der Belastung muß hierbei stets positiv sein. Ist der Scheinwiderstand der Belastung gleich dem der Charakteristik, so wird nachgewiesen, daß die Beziehung besteht $\eta_z = e^{-2\beta l}$. Im Anschluß an diese Gleichung wird aus jedem Wert des Wirkungsgrades eine Größe βl ($\eta_{max} = e^{-2\beta l'}$) abgeleitet, deren Einführung verschiedene Vorteile mit sich bringt. Bei Freileitungen ohne und mit Spulen stimmen die Werte $\eta_{max} = e^{-2\beta l'}$ und $\eta_z = e^{-2\beta l}$ nahezu überein. Ohne Berücksichtigung der Leistung am Anfang gibt also in diesem Fall βl die höchste Leistungsfähigkeit der Leitung an. Bei gewöhnlichen Kabeln ist dies aber nicht der Fall. Hier ist βl bloß ein Mittelwert, je nach dem Scheinwiderstande der Belastung ergeben sich für $\beta l'$ bald größere, bald kleinere Werte, was an der Hand von Schaulinien an einzelnen Beispielen verdeutlicht wird. Gewöhnliche Kabel und Kabel mit erhöhter Selbstinduktion (Pupin- und Krarupkabel) dürfen daher bei geringen Längen nicht auf Grund ihrer Dämpfungsexponenten miteinander verglichen werden. Durch geeignete Wahl des Scheinwiderstandes der Belastung läßt sich bei gewöhnlichen Kabeln dieselbe Wirkung wie durch die künstliche Belastung der Leitungen mit Selbstinduktion erreichen, der Wirkungsgrad wird erheblich über den durch βl bestimmten Wert (η_z) gesteigert.

Es wird sodann die Leistungsfähigkeit verschiedener Verbindungen unter Berücksichtigung der Leistung am Anfang untersucht. Es wird gezeigt, wie die Leistung aus der EMK und dem Widerstand des Mikrophons sowie dem Scheinwiderstande der Belastung ermittelt werden kann. Wie aus den durchgeführten Versuchen hervorgeht, nimmt die EMK des Mikrophons beim Z. B.-Systeme mit steigendem Scheinwiderstand der Belastung erst schnell, dann langsam ab. Beim Vergleich einer Freileitung mit und ohne Spulen und gleichem Dämpfungsexponenten ($\beta l = 1{\cdot}3$) ergab sich, daß beim Z. B.-Betrieb die gewöhnliche, beim O. B.-Betrieb die Pupinleitung größere Leistung aufweist. Bei aus Freileitungen und Kabeln zusammengesetzten Leitungen ist im allgemeinen die Sprechverständigung in beiden Richtungen annähernd gleich gut. Bei dem einen angeführten Beispiel ist sie beim O. B.-Betrieb besser als beim Z. B.-Betrieb. Am Schluß wird noch das Verhalten vollständiger Verbindungen, bestehend aus der Fernleitung (gewöhnliche Freileitung) dem Kabel zwischen Fernamt und Ortsamt, sowie zwischen Ortsamt und dem Teilnehmer untersucht und hiebei festgestellt, von welcher Länge ab die Belastung der Kabel zwischen Fernamt und Ortsamt mit Selbstinduktion praktischen Wert hat. Der dabei zu erzielende Gewinn ist außerordentlich groß. Bei 15 km Länge der Kabel auf beiden Seiten kann er bis zu einem $\beta l'_g = 1{\cdot}5$ betragen. Je geringer die Länge der Kabel wird, um so mehr sinkt der Vorteil, den die Ausrüstung der Kabel mit Spulen bringt, hauptsächlich deshalb, weil sich der Wirkungsgrad des Pupinkabels dem des gewöhnlichen immer mehr nähert. Bei einer ganz bestimmten Länge ist die Lautstärke bei Verwendung beider Kabelarten gleich groß, unterhalb dieser Länge hat es mit Rücksicht auf die Lautstärke keinen Zweck mehr, die Kabel mit Spulen auszurüsten. Diese Grenze liegt beim Z. B.-Betrieb bei etwas über 5 km, bei O. B.-Apparaten bei etwa 3 km. Die deutsche Reichstelegraphenverwaltung sieht 5 km als Mindestlänge für die Anwendung von Pupinkabeln an. Nur bei Leitungen, bei denen die Verzerrung eine große Rolle spielt, wie dies bei Leitungen mit Fernsprechverstärkern der Fall ist, kann die Belastung mit Pupinspulen auch bei sehr geringen Längen in Frage kommen.

(Archiv für Elektrotechnik, 6. Bd., 3. Heft, 1917.)

Elektrische Beleuchtung.

Fernschaltung von Straßenlampen. H. H. Reeves beschreibt die von der General Electric Comp. ausgeführte Fernschalteinrichtung für Glühlampenreihen zur Straßenbeleuchtung. Von der Zentrale aus werden, ohne Verwendung besonderer Hilfsleitungen, bei eintretender Dunkelheit die Lampen an einen Masttransformator angelegt und am Morgen wieder abgeschaltet. Das Prinzip der Einrichtung besteht darin, daß man über die Leitung Gleichstromstöße schickt, die an der Transformatorstation einen Ölschalter betätigen, der den Transformator primär an das Netz legt. Bei einem Drehstromnetz mit isoliertem Sternpunkt ist die Einrichtung in folgender Weise getroffen: Zwischen zwei Phasenleitungen wird eine Drosselspule eingeschaltet und deren Mitte über einen Umschalter an Erde gelegt. In einer Stellung legt der Umschalter einen hohen Widerstand zwischen Mitte Drosselspule und Erde, um einem schwachen Strom dauernd einen Weg zur Erde zu bieten, in der anderen Stellung des Umschalters wird eine Gleichstromquelle von 125 V an die Mitte der Drosselspule gelegt; ist Gleichstrom nicht vorhanden, so kann immer zur Verfügung stehender Niederspannungswechselstrom nach Gleichrichtung in Aluminium-Gleichrichtern in Graetz-Schaltung herangezogen werden. Der derartig aufgedrückte Gleichstromimpuls gelangt durch eine Phase der Fernleitung zur Transformatorstation, wo er über eine Drosselspule und ein polarisiertes Relais zur Erde fließt. Das polarisierte Relais legt nun ein elektromagnetisches Schütz an 110 V Wechselstrom, dessen Eisenkern den Ölschalter in die Schlußlage bringt, wodurch die Primäre des Transformators an das Netz angelegt wird. Dabei werden Verriegelungskontakte dieses Schütz geöffnet und solche eines zweiten Schütz geschlossen, so daß ein zweiter Gleichstromstoß verkehrter Richtung, der durch das polarisierte Relais dieses zweite Schütz über diese Kontakte anlegt, den Kern des letzteren zwecks Öffnung des Ölschalters und Abschalten der Lampen betätigt. Ist die Neutrale des Drehstromsystems geerdet, so werden die Gleichstromstöße an den Sternpunkt abgegeben; eine besondere Drosselspule in der Zentrale wird dann nicht benötigt. Die Einrichtung ist bei Drehstromanlagen von 2300 V getroffen worden und vermag Lampengruppen in 24 km Entfernung von der Station zu betätigen.

(Gen. Electr. Rev., 20, Nov. 1917.)

Elektrische Apparate.

Optische Zählvorrichtung, Ersatz der Briefmarke. Von Dr. Chr. Ries. Die zu zählenden Körper gleiten zwischen einer Lichtquelle und einer in einen Stromkreis geschalteten Selenzelle hindurch. Die durch abwechselnde Belichtung der Zelle erzeugten Stromstöße werden zum Betrieb eines Zählwerks verwendet. In der Abb. 7 sind Z_1 Z_2 zwei Selenzellen, W_1 und W_2 sind feste Widerstäden. Durch den Umschalter U kann der Strom entweder über das polarisierte Relais R_1 R_2 oder über das strommessende Kontrollinstrument I mit dem Zusatzwiderstand W geleitet werden. Durch Einstellung des Kurbelwiderstandes K erreicht man es leicht, daß das Relais R_1 R_2 stromlos ist, solange das Licht einer konstanten Lichtquelle direkt auf das Zellenpaar Z_1 Z_2 fällt. Gleitet nun zwischen Lichtquelle und Zellensystem ein Körper hindurch, so erhält das Relais Strom und schließt durch seine Zunge A einen zweiten Stromkreis, in den das Zählwerk N eingeschaltet ist. Man kann auch durch Einstellung des Widerstandes K das Relais stromlos machen, wenn das Zellensystem im Dunkeln liegt. Dann wird bei Belichtung der Zelle durch die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Körpern entstehende Lücke das Relais bezw. das Zählwerk betätigt.

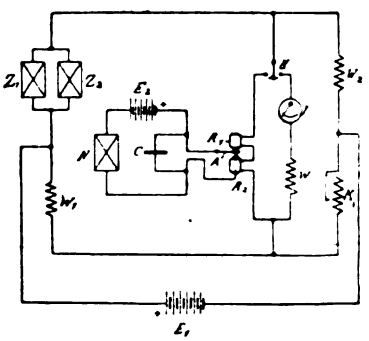


Abb. 7.

Die Vorrichtung kann zum Zählen von Briefen verwendet werden, zum Beispiel durch Vereinigung der Zählmaschine mit der bei der kgl. Bayerischen Post eingeführten Frankostempelmaschine. Diese Stempelmaschine bezweckt, bei Massenablieferungen von Postsendungen das Aufkleben der Briefmarken zu vermeiden; sie besitzt aber den Nachteil, daß die Feststellung der Stückzahl der Sendungen auf Grund von Gewichtsermittlungen erfolgen muß. Die mit der Stempelmaschine vereinigte Zählvorrichtung beseitigt diesen Fehler. Die Postsendungen werden einzeln hintereinander in mehr oder minder großen Abständen auf Bändern befördert und passieren sowohl die Stempelmaschine, wo sie den üblichen Aufdruck erhalten, als auch die Zählmaschine, das heißt den Raum zwischen Zellensystem und Lichtquelle. Nach angestellten Versuchen können in der Minute 1000 Gegenstände gezählt werden. Die Bayerische Postverwaltung hat mit der Frankostempelmaschine bereits gute Erfahrungen gemacht. Es dürfte daher der Vorschlag, die Stempelmaschine mit der optischen Zählvorrichtung auszurüsten, den Postverwaltungen wesentliche Vorteile und eine Vereinfachung des Betriebes bringen.

(Zeitschr. f. Post u. Telegraphie, 25, Nr. 10.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Wirkungsweise des Audions. G. Vallauri. Die Eigenschaften der Vakuumröhre mit einem glühenden Draht als Kathode, einem plattenförmigen oder zylindrischen Blech als

Digitized by Google

Anode und einem Gitter oder Rost als Kontroll- oder Regelelektrode zwischen Anode und Kathode — von De Forest mit dem Namen Audion, von J. Langmuir als Pliotron bezeichnet — ermöglichen ihre vielseitige Verwendung in der drahtlosen Telegraphie als Detektor für elektrische Schwingungen, als Verstärker und als Erreger oder Erzeuger derselben*). Die Wirkungsweise wird durch die Emission von Thermionen erklärt, die zwischen Anode und Kathode übergehen und von der zwischen Gitter und Glühdraht angelegten Regelungsspannung beeinflußt wird. Bei der Grundschaltung der Abb. 8 unterscheidet man, außer dem den Glühdraht f speisenden Heizstromkreis, den Anodenkreis zwischen Anode a und Glühkathode f, in dem eine anodische EMK e_a einen Strom i_a und eine Spannung v_a zwischen Anode und Kathode hervorruft und den Gitterkreis zwischen der Gitterelektrode c und Kathode f mit den Betriebsgrößen e_c, i_c und v_c. Das Audion koppelt diese beiden Kreise miteinander, so daß sich zwischen den veränderlichen Größen v_a, v_c, i_a und i_c besondere Beziehungen herausstellen, die durch die „charakteristischen Gleichungen" gegeben sind

$$i_c = \zeta(v_c, v_a) \text{ und } i_a = \chi(v_c, v_a).$$

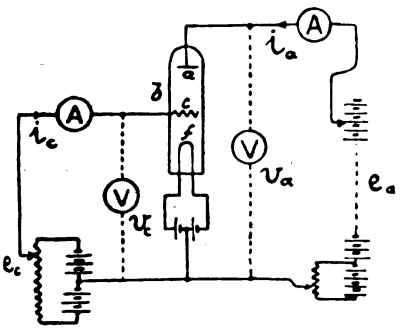


Abb. 8.

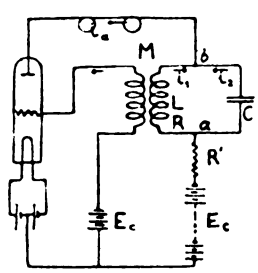


Abb. 9.

Zu ihrer Bestimmung geht man zum Beispiel so vor: Man hält v_a konstant und ändert v_c, wodurch man i_c und i_a als Funktion von v_c feststellen kann; dann wird v_a ein anderer, konstanter Wert gegeben und wieder i_c, i_a als Funktion von v_c dargestellt. Es zeigt sich dann, daß für $v_c < 0$ der Wert von i_c verschwindend klein ist und nur bei positiven Werten von v_c ansteigt, dies um so mehr, je kleiner v_a ist. Man kann daher die erste der Gleichungen durch die Beziehung $i_c = 0$ ausdrücken. Man erhält durch diese Versuchsreihen den Verlauf der zweiten Gleichung $i_a = \chi(v_c, v_a)$, für die der Autor mit großer Annäherung bei Ersatz der Kurven durch Gerade

$$i_a = a\,v_c + b\,v_a + c \text{ ansetzt,}$$

wobei a, b und c aus den Kurven zu ermittelnde Werte sind. Im geradlinigen Teil der Kurve, wo sich i_a proportional mit v_c ändert, hat man es mit einer reinen Verstärkerwirkung zu tun, im krummlinigen Teil tritt noch die Gleichrichterwirkung hinzu.

Da $i_c = 0$, so ist $v_c = e_c$. Diese wirksame EMK e_c kann man in einen konstanten Teil E_0 und einen periodisch mit dem Mittelwert Null veränderlichen Teil e, zum Beispiel einer Wechselspannung, zerlegen, also $e_c = E_0 + e$. Herrscht im Anodenkreis der Widerstand R, so gilt $v_a = E_a - R\,i_a$. Auch der Anodenstrom i_a wird durch einen konstanten Teil J_0 und einen veränderlichen i gebildet. Man erhält dann die Beziehung

$$i = \frac{a}{1 + b\,R}\,e.$$

Die veränderlichen, rein sinusförmig verlaufenden Teile e und i sind also proportional, der Verstärkungsvorgang ist ein vollkommener und das Verhältnis $\frac{a}{1+bR}$ kann als „Index für das Verstärkungsvermögen" bezeichnet werden. Die Ausbeute des Verstärkers ergibt sich als das Verhältnis $\eta = \frac{R\,J^2}{E_a\,J_0}$, wobei J, E_a, J_0 Effektivwerte sind. Im Grenzfall ist für

$R =$	1000	10 000	100 000 Ω
η in % =	0·4	3·6	22

Koppelt man die beiden Kreise elektromagnetisch miteinander (Abb. 9), so wird durch die Verstärkerwirkung die Dämpfung im Anodenkreis aufgehoben und das Audion wirkt somit als Erreger. Aus den in Abb. 9 ersichtlichen Beziehungen ergeben sich 6 Gleichungen, aus denen eine lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung als Endgleichung resultiert von der Form

$$\alpha\frac{d^2v}{dt^2} + \beta\frac{dv}{dt} + \gamma v = \varepsilon.$$

*) Vergl. E. u. M. 1915, Seiten 326, 529; 1916, Seite 206; 1917, Seiten 498, 509; 1918, Heft 8, Seite 99.

Hier ist v die Potentialdifferenz von Punkt a gegen Punkt b. Ferner gilt:

$$\alpha = (1 + b\,R')\,L\,C,$$
$$\beta = a\,M + b\,L + (1 + b\,R')\,R\,C,$$
$$\gamma = 1 + b\,(R + R'),$$
$$\varepsilon = [1 + b\,(R + R')]\,.\,R\,.\,J_0.$$

Damit die Schwingungen kontinuierlich sind, muß $\beta = 0$, also besteht für den Koeffizienten der gegenseitigen Induktion der beiden Kreise die Beziehung $M = -\frac{b\,L + (1 + b\,R')\,R\,C}{a}$.

Die Schwingungen sind sinusförmig; sie setzen um so leichter ein, je mehr das Verhältnis L/C einem günstigsten Wert nahekommt, je kleiner das Dekrement und je größer die Eigenfrequenz $\omega' = \sqrt{\frac{1}{L\,C}}$ des Schwingungskreises ist. Die Effektivfrequenz ω ist der Eigenfrequenz ω' etwas überlegen,

$$\omega = \omega'\sqrt{\frac{1 + b\,(R + R')}{1 + b\,R'}};$$

der Unterschied ist aber unbedeutend. Der Anodenstrom i_a und die Regelungsspannung v_c ändern sich angenähert in gleicher Phase, die Anodenspannung v_a ändert sich in der entgegengesetzten Phase. Die nutzbare Energie ist

$$P_n = {}^1/_2\,R\,.\,J_0^2\,.\cos^2\varphi, \text{ wobei}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega L}{R}, \text{ die Gesamtenergie}$$

$$P_t = E_a\,J_0,$$

wenn man vom Heizstrom absieht, daraus ergibt sich die Ausbeute

$$\eta = \frac{P_n}{P_t}.$$

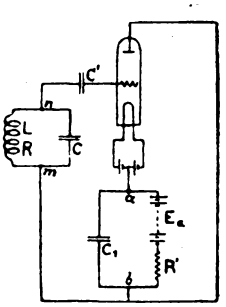


Abb. 10.

Die von De Forest angegebene Schaltungsweise des Audions als Schwingungserzeuger, Ultraudion genannt*), wird nach dem Vorschlag von E. Armstrong in eine der früheren gleichwertige übergeführt (Abb. 10), die ebenfalls zwei Schwingungskreise, einen Anodenkreis und einen Gitterkreis aufweist, die beide durch den Kondensator C_1, den Kopplungskondensator, miteinander gekoppelt sind. Die Aufgabe des Rostkondensators C' besteht, so wie die der Spannung E_0 in Abb. 9, darin, der Regelungsspannung einen bestimmten Mittelwert zu geben. Man kann ihn also durch eine konstante Spannungsquelle ersetzt denken. Die unter Berücksichtigung der elektrostatischen Kapazität des Rostes gegen den Draht ausgeführte analytische Betrachtung des Problems ergibt als Bedingung für die Schwingungen, daß die Größe des Kopplungskondensators der Bedingungsgleichung $r\,C_1^2 + s\,C_1 + t = 0$ entsprechen muß, wo r, s, t aus den übrigen elektrischen Größen der Stromkreise gebildete Ausdrücke bedeuten und r und t wesentlich positiv sind. Es gibt also zwei kritische Werte für die Kopplungskapazität, bei denen kontinuierliche sinusförmige Schwingungen entstehen. In der Praxis liegt der Wert von C_1, bei dem Schwingungen auftreten, innerhalb eines ganzen Intervalls, das durch die kritischen Werte gegeben ist. Das Verhältnis zwischen Selbstinduktion und Kapazität des Schwingungskreises muß möglichst groß und oberhalb einer gewissen Grenze, das Eigendekrement so klein als möglich sein und unterhalb einer gewissen Grenze liegen, wenn Schwingungen möglich sein sollen. Die Frequenz der erzeugten Schwingungen ist immer etwas höher als die Eigenfrequenz des Schwingungskreises.

Zum Schlusse betrachtet der Autor das Verhalten des Audions als Schwingungsdetektor analytisch. Die eingangs vorgenommene Vereinfachung des Ersatzes der gekrümmten durch die ebene Charakteristik ist hier nicht zulässig. Denn nur bei gekrümmter Charakteristik gibt die periodische Veränderung von v_c Anlaß zu einer gleichfrequenten periodischen Änderung von i_a mit deformiertem Verlauf oder zu einer Änderung des Mittelwertes von i_a, worin eben die Gleichrichterwirkung gelegen ist. Die Funktion $i_a = \chi(v_c, v_a)$ nimmt also einen komplexen, der Lösung schwer zugänglichen Ausdruck an. Wenn wir wieder annehmen ($i_c = 0$) $v_c = e_c = E_0 + e$, wo E_0 eine konstante EMK und e eine Sinusschwingung ist, so ist wohl $i_a = J_0 + i$ aber J_0 ist zufolge der Krümmung der Charakteristik $i_a = \chi(v_c, v_a)$ nicht mehr von e unabhängig. Es bedingt also die

*) Vergl. E. u. M. 1916, Seite 206, Abb. 1.

Digitized by Google

Einfügung von e in den Gitterkreis eine Änderung von J_a, darin besteht die Gleichrichterwirkung. Auf Grund dieser Auffassung wird als „Index des Gleichrichtervermögens" der Grenzwert des Verhältnisses $\frac{\Delta_1 i_a - \Delta_2 i_a}{(\Delta v_c)^2}$, also das Verhältnis der Änderungen der Anodenstromstärke bei positiver bezw. negativer Änderung der Gitterspannung v_c um $+\Delta v_c$ und $-\Delta v_c$ zum Quadrat dieser Spannungsänderung; dies ist die zweite Ableitung der Funktion i_a nach v_c. Der Verfasser deutet den Weg an, nach dem die Wirkung des Audions als Empfänger (ohne besonderen Detektor) für gedämpfte Wellen und bei Einhaltung der Bedingungen für die Erzeugung von Schwingungen als Autoheterodyn zum Empfang von ungedämpften Schwingungen untersucht werden kann.

(Jahrbuch drahtl. Tel., Bd. 12, Heft 4.)

Literatur-Bericht.

40 Jahre Fernsprecher. Stephan—Siemens—Rathenau. Von Oskar Grosse. Mit 16 Textabbildungen. Berlin 1917, Verlag J. Springer.

In das Jahr 1877 fallen die ersten Versuche, den Fernsprecher in größerem Umfange im Betriebe für Verkehrszwecke zu verwenden. Anläßlich der 40jährigen Wiederkehr der Tage, an denen der Fernsprecher seinen Siegeszug durch die Welt begonnen hat, war es eine Pflicht der Dankbarkeit, sich sowohl der Männer zu erinnern, die an dem Zustandekommen dieser weltumwälzenden Erfindung beteiligt gewesen sind, wie auch derer, die durch ihren Weitblick und ihre Tatkraft die Ausnutzung und Anwendung dieses neuen Verkehrsmittels in die richtigen Wege geleitet haben. In der gegenwärtigen, von unbändigem Haß gegen Deutschland erfüllten Zeit war es hierbei notwendig, auf die Verdienste hinzuweisen, die sich deutscher Geist um diese Erfindung, ihre Ausgestaltung, ihre Einführung im Betriebe erworben hat. Nur zu oft wird angenommen, daß das geistreiche Gebilde des Fernsprechers aus Amerika stamme, während es unbestritten feststeht, daß dem bescheidenen Lehrer der Naturwissenschaften in Friedrichsdorf im Taunus Philipp Reis das Verdienst, den Fernsprecher erfunden zu haben, gebührt. Seine aus dem Jahre 1860 stammenden Apparate enthalten bereits die wichtigsten Bestandteile der derzeit in Verwendung stehenden Fernsprechapparate; folgerichtig werden von ihm bereits die Widerstandsänderungen eines Mikrophonkontaktes zum Umwandeln der Schallwellen in Sprechströme verwendet und die Erscheinungen der Magnetoinduktion in einer stromdurchflossenen Spirale mit einem Eisenkern zum Hörbarmachen der Sprechwellen ausgenutzt. Daß es ihm nicht vergönnt war, bei Lebzeiten den Ruhmeslohn für seine Erfindung zu ernten, lag in der Ungunst der Zeitverhältnisse begründet. Es war ein glücklicher Zufall, daß Bells Apparat 16 Jahre später auf der Weltausstellung in Philadelphia so ungeheures Aufsehen erregte, obwohl er nicht einmal das leistete, was mit den Reisschen Apparaten ohne weiteres zu erreichen war. Der kräftigen Unterstützung amerikanischer Gelehrter und Ingenieure hatte es Bell zu verdanken, daß seine Erfindung binnen Jahresfrist soweit verbessert war, daß sie Anwendung im Betriebe finden konnte. Der Siegeszug des Fernsprechers über die Lande wurde aber erst durch die weitere Ausgestaltung des zweiten, den Reisschen Apparaten zugrunde liegenden Gedankens, des Mikrophons, ermöglicht.

Aber nicht nur bei der Erfindung des Fernsprechers ist deutscher Geist hervorragend beteiligt, auch mit der Einführung, technischer Vervollkommnung und Verwertung dieses Instruments sind vor allem die Namen zweier deutscher Männer verknüpft: die des Generalpostpostmeisters Heinrich Stephan und Werner Siemens'. Stephan war es, der als erster die Verwendung des Fernsprechers im öffentlichen Nachrichtendienste in Aussicht nahm und mit bewunderungswürdiger Entschlossenheit durchführte und das zu einem Zeitpunkte, als in Amerika die ersten Versuche, den Fernsprecher in privaten Betrieben als Verkehrsmittel einzuführen, im Zuge waren. Mit den Ereignissen, die zur Einführung des Fernsprechers durch Stephan in Deutschland führten, beschäftigt sich nun ausführlich die vorliegende Schrift. Sie berichtet über das Ergebnis der im Oktober und November 1877 mit dem Fernsprecher in Berlin durchgeführten Sprechversuche, bringt den Wortlaut des an den Reichskanzler Fürsten Bismark gerichteten Berichtes „Das Telephon betreffend" vom 9. November 1877 und schildert den Anteil, den Kaiser Wilhelm an dem neuen Verkehrsmittel nahm. Die Einführung des Fernsprechers in den öffentlichen Nachrichtendienst in Deutschland hatte zur Folge, daß es bereits im Jahre 1881 über 10 000 Telephonanstalten verfügte und damit an der Spitze aller Länder der Welt stand.

Eingehend werden weiters die Verbesserungen dargelegt, die der Fernsprecher dem Erfindungsgeiste Werner Siemens' verdankt. Von dem ersten Tage an, wo Stephan die Einführung des Fernsprechers in den Verkehr in Angriff nahm, war Siemens bemüht, den jungen Apparat weiter zu vervollkommnen, was von solchem Erfolg begleitet war, daß der Siemens-Fernsprecher unter den inzwischen erbauten bald als der beste galt, zumindestens als Empfänger. Die ihm als Geber anhaftende begrenzte Verwendbarkeit wurde später mit Hilfe des Mikrophons beseitigt, das in Deutschland 1881, wenngleich noch in beschränktem Umfange, eingeführt wurde, nachdem längere Versuche mit inzwischen immer wieder verbesserten Apparaten vorangegangen waren. Erst 1887 gelang es, ein allen Anforderungen entsprechndes Mikrophon zu schaffen, das nun unbeschränkte Anwendung fand.

Mit Recht weist die vorliegende Schrift darauf hin, daß erst zwei Monate, nachdem der Fernsprecher in Deutschland dem öffentlichen Verkehr dienstbar gemacht worden war, der gleiche Schritt in Amerika erfolgte. Die Eröffnung der ersten Fernsprechvermittlungsanstalt erfolgte in New Haven, Conn., am 25. Jänner 1878.

Es wird nun ausführlich die Einrichtung von Stadtfernsprechanlagen in Amerika, England und Frankreich durch Privatunternehmer besprochen und hierauf auf die Bemühungen in- und ausländischer Unternehmer, darunter auch Emil Rathenaus, eine Konzession zur Errichtung von Stadtfernsprechanlagen in Deutschland zu erlangen, eingegangen. Hierbei wird durch Belege nachgewiesen, daß Stephan, als er 1880 die Errichtung einer Stadtfernsprechanlage in Berlin anordnete, diesen Plan schon zu einer weit früheren Zeit gefaßt hatte. Bereits in einem Briefe vom 30. Oktober 1877 an seinen Bruder Karl in London schreibt Werner Siemens: „Stephan ist ganz wild und seine Beamten auch. Er hat vor, jedem Berliner Bürger womöglich ein Telephon zu jedem anderen zur Disposition zu stellen." Ausführlich wird nunmehr die neuerdings in Veröffentlichungen zutage getretene Behauptung widerlegt, als habe Rathenau die Verwertung des Fernsprechers für den Nachrichtendienst in Deutschland zuerst angeregt, bei Stephan jedoch für die Tragweite dieser Idee zunächst kein Verständnis gefunden. Es war dem Verfasser möglich, den bisher bekannten Tatsachenstoff durch neues Material so zu ergänzen, so daß über die Verdienste Stephans auf diesem Gebiete kein Zweifel mehr herrscht und daß sich nunmehr auch die Beziehungen klar übersehen lassen, die seinerzeit zwischen Emil Rathenau und der Reichspostverwaltung in dieser Hinsicht bestanden haben. Weiters werden die Verdienste Stephans bei der Erhebung des Fernsprechwesens zum Staatsmonopol eingehend gewürdigt.

Den Schluß der Schrift bildet ein kurzer Überblick über den weiteren Ausbau des deutschen Fernsprechwesens bis zum Jahre 1914, wobei auch reichlich statistische Angaben verwertet werden. Die Schrift behandelt einen zeitgemäßen Gegenstand und ist äußerst lesenswert, da vielfach neue Gesichtspunkte zur Geltung gebracht werden.

Ing. Ernst Felix Petritsch.

Die höhere Mathematik als allgemein verständliches Rechnungsmittel. Mit 30 Abbildungen und zahlreichen Beispielen von H. Schlüter. Berlin 1917, Verlag von Hermann Meusser (Preis geh. Mk. 1·80, geb. Mk. 2·80).

Der Verfasser hat im Jahre 1914 ein Buch über Eisenbetonbaurahmen und -gewölbe erscheinen lassen und diesem Buche einen Anhang über die Elemente der höheren Mathematik, für die besonderen Bedürfnisse des Statikers dargestellt, beigegeben. Da dieser Anhang durch die Art und Weise seiner Ableitung der Grundbegriffe in mathematisch-pädagogischen Kreisen günstig aufgenommen wurde, hat sich der Verfasser zu einer in manchen Richtungen verbesserten Sonderausgabe entschlossen. Der Zweck, den der Verfasser verfolgt, ist der, unter Vermeidung rein begrifflich-mathematischer Herleitung die Elemente der höheren Mathematik in möglichst anschaulicher Form zu gewinnen und so weiteren Kreisen zugänglich zu machen. So wird nicht nur vor allem — worin die Hauptabsicht gelegen ist — dem Statiker die auf der Anwendung der höheren Mathematik beruhende Abkürzung der Rechnung ermöglicht, sondern es werden auch Studierende anderer Fächer, eventuell der Mathematik selbst, durch die feste Begründung der Elemente in den Stand gesetzt, leichteren Anschluß an tiefergehende Studien zu finden. Das Hauptveranschaulichungsmittel, dessen der Verfasser sich bedient, ist naturgemäß die geometrische Versinnlichung, von der ein ausgedehnter und sehr geschickter Gebrauch gemacht wird. Um seinen Hauptzweck recht deutlich hervortreten zu lassen, gibt der Verfasser in einem eigenen Abschnitt ein Beispiel des Vergleiches zwischen Elementarrechnung und höherer Mathematik und zeigt an der vollständigen Durchrechnung nach beiden Prinzipien den Unterschied im Umfang der Rechnung. Das Büchlein wird jedem von Nutzen sein, der zu irgendeinem Endzwecke beginnt, sich mit höherer Mathematik zu beschäftigen.

Dr. G. Dimmer.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
30. Juni 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 26.
36. Jahrgang.

INHALT:

Beseitigung von Freileitungsstörungen durch Unterdrückung des Erdschluß-stromes und -lichtbogens. — Von W. Petersen 297

Rundschau 303

Literatur-Bericht 305

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Beseitigung von Freileitungsstörungen durch Unterdrückung des Erdschlußstromes und -lichtbogens.

Von W. Petersen, Darmstadt.*)

In ausgedehnten Hochspannungsnetzen ist der Erdschlußstrom von ausschlaggebender Bedeutung für die Betriebssicherheit. Nach Überschreitung bestimmter Werte bleibt der Erdschlußstrom als Lichtbogen stehen, wenn auch die Erdschlußursache nur vorübergehend ist. An den Erdschlußlichtbogen sind eine ganze Reihe verschieden gearteter Störungen gebunden. Die wichtigsten sind: Leitungsbrüche, Isolatorenschäden, Kurzschlüsse auf der Strecke, Schalterauslösungen, Dauererdschlüsse, Schmelzen der Sicherungen von Netztransformatoren und Überspannungen der mannigfachsten Art**).

Die Dauererdschlüsse ziehen weitere ernste Folgen nach sich. Neben einigen gefährlichen Überspannungserscheinungen***) und neben den Schwierigkeiten für die Maschinen, welche das Anwachsen der kapazitiven Belastung mit sich bringt, möge besonders an die Lebensgefahr in der Nähe von Dauererdschlüssen erinnert werden, zum Beispiel an Masten, in Transformatorenhäusern. Bedauerlicherweise sind viele Unglücksfälle zu beklagen, deren Ursache der zu hohe Erdschlußstrom ist.

Die hauptsächlichsten Erdschlußerreger sind die atmosphärischen Einflüsse und die Vögel. In manchen Gegenden sind die durch Vögel eingeleiteten Fehler häufiger als Gewitterstörungen, und zwar haben nicht nur Anlagen mäßiger Hochspannung unter ihnen zu leiden. Auch in Anlagen bis zu 50 kV überwiegen bisweilen, besonders dann, wenn die Leitungen durch waldiges Gelände ziehen, die Vogelstörungen.

Es ist eine offene Frage, ob die Gewitterstörungen an sich oder ihre Folgen, die Isolatorenüberschläge, welche zur Erdschlußlichtbogenbildung führen, für die Störungen verantwortlich zu machen sind, unter denen Freileitungsnetze bei Gewittern zu leiden haben. Nach meiner persönlichen Erfahrung entfällt auf die durch Gewitter (oder andere Ursachen) eingeleiteten Erdschlüsse bei weitem der größte Anteil der Betriebsstörungen und Schäden, der Anteil der unmittelbar aus der Atmosphäre in die Leitungen gelangenden Überspannungen scheint neben dem erstgenannten zurückzutreten.

Da sich die Erdschlußfolgen erst von einer gewissen Stromstärke ab zu einer Gefahr herauswachsen, bleiben Netze geringer Ausdehnung und mäßiger Spannung von ihnen verschont. Außerdem bieten Holzmaste und Holztraversen infolge ihres hohen Widerstandes einen vorzüglichen Schutz gegen die Entwickelung des Erdschlußlichtbogens. Die großen Schwierigkeiten stellen sich erst beim Übergang zum Eisenbau ein. Hierin liegt zum Teil die Erklärung dafür, daß die in dem einen Netze brennende Erdschlußfrage in dem anderen Netze belanglos ist.

Wollte man an die Bekämpfung der Erdschlußerscheinungen herangehen, so mußte eine befriedigende Erklärung vieler Fragen gefunden werden, die, wenn wir ehrlich sein wollen, nicht mit den Begriffen Erdschlußschwingungen, Wanderwelllen usw. zu beantworten waren. Die große Länge des Erdschlußlichtbogens, seine schwere Löschbarkeit, die Überspannungen, die kurz vor dem endgiltigen Verlöschen besonders heftig auftreten, und die Schäden durch Windungsschlüsse ließen sich mit den erwähnten Begriffen zur Not erklären. Vor der ernsten Kritik hielten jedoch diese Deutungsversuche nicht stand.

Den Weg zur Lösung dieser Aufgabe erschloß die Erkenntnis des Auftretens von Gleichspannungsladungen, die bei dem an und für sich sehr leicht erfolgenden vorübergehenden Löschen des Erdschlußlichtbogens abgetrennt werden. In einem Einphasennetze zum Beispiel, dessen Teilkapazitäten die Abb. 1 wiedergibt, ist der Erdschlußstrom im Erdschluß der Phase 2 nichts weiter als der Ladestrom der Kapazität K_{11} der gesunden Phase des ganzen Netzes gegen Erde. Die Teilladeströme sämtlicher zusammenhängenden Leitungen der Phase 1 sammeln sich als Erdschlußstrom im Erdschlußpunkt und finden ihren Rückschluß über die Phase 2 und das Kraftwerk. Die gesunde Phase steht so, wie es die Abb. 2 links von der Senkrechten L angibt, unter der vollen Betriebsspannung*)

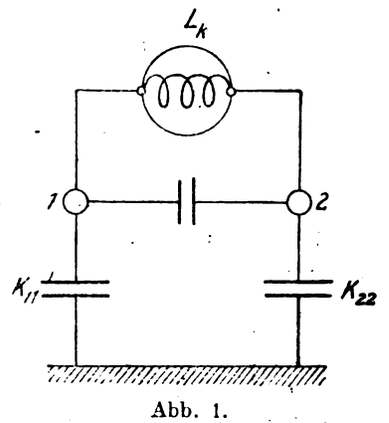


Abb. 1.

$$v_{11} = e_v,$$

ihr eilt der Erdschlußstrom i_e als kapazitiver Strom um 90° voraus. Die kranke Phase hat die Spannung Null gegen Erde, während der vorhandene (oder gedachte) Nullpunkt die Phasenspannung

$$v_0 = e_p = \frac{1}{2} e_v$$

annimmt.

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 21. November 1917.

**) Vgl. Die eingehende Darstellung. E. T. Z. 1916, Seite 498, 512; vgl. E. u. M. 1915, Seite 560; 1917, Seite 47.

***) Zum Beispiel E. T. Z. 1916, Seite 129; vgl. E. u. M. 1916, Seite 277.

*) Wir bezeichnen mit e_v den Augenblickswert und mit E_{vm} den Scheitelwert der Betriebs(verketteten)spannung und mit e_p bezw. E_{pm} die entsprechenden Werte der „Phasen"spannung

Digitized by Google

Wie jeder Ladestrom*) verlischt auch der Erdschlußlichtbogen ganz auffallend leicht in dem Augenblick, in welchem der Strom durch Null geht. Die um 90° gegen den Strom verschobene Spannung hat im Moment des Löschens ihren Höchstwert $E_{vm} = 2\,E_{pm}$; dementsprechend liegt auf der Kapazität K_{11} die Ladung

$$Q = 2\,E_{pm}\,K_{11}.$$

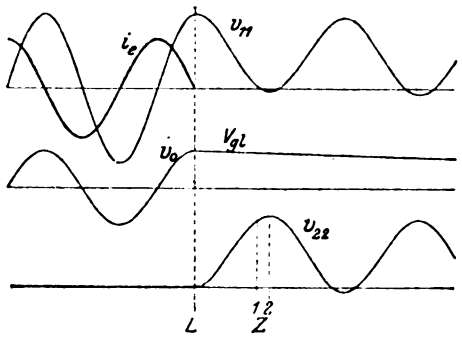


Abb. 2.

Dagegen ist die Kapazität K_{22}, deren Kurzschluß durch den Erdschlußlichtbogen nach dessen Verlöschen aufgehoben wird, ladungsfrei. Im Gegensatz zu dem ordnungsmäßigen Betrieb, in welchem die Summe aller Ladungen eines Netzes gleich Null ist, führt das Netz jetzt eine überschüssige Ladung Q, welche dem ganzen Netz die Gleichspannung

$$V_{gl} = \frac{Q}{K_{11} + K_{22}} = E_{pm} \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

gegen Erde erteilt, wenn, wie dies praktisch zutrifft, $K_{11} = K_{22}$ ist.

Über V_{gl} lagert sich die Betriebsspannung; nach dem Löschen im Punkte L geht die Wechselspannung der gesunden Phase in eine Wellenspannung

$$v_{11} = V_{gl} + e_p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

über; ebenso erscheint an der zweiten Phase die Wellenspannung

$$v_{22} = V_{gl} - e_p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

In Gleichung 2) und 3) ist e_p der Augenblickswert der Phasenspannung von Phase 1.

Der Nullpunkt zeigt vom Moment des Löschens (L) ab die oben berechnete Gleichspannung gegen Erde, die, wie es Abb. 2 andeutet, langsam nach Maßgabe der Isolationswiderstände abklingt. Oszillographische Aufnahmen, bei denen der Strom i_e zur Vermeidung von Rückzündungen durch Schalter mit hoher Schaltgeschwindigkeit unterbrochen wird, zeigen Übereinstimmung mit der theoretisch entwickelten Abb. 2.

Die leichte Löschfähigkeit des voreilenden Stromes findet ihre Erklärung in dem kurz nach dem Löschen sehr langsam vor sich gehenden Ansteigen der Spannung v_{22} am Erdschlußpunkt. Für die Aufrechterhaltung des Lichtbogens steht zunächst keine Spannung zur Verfügung. Im weiteren Verlauf steigt jedoch die Spannung v_{22} immer rascher an, um im Grenzfall nach einer Halbperiode den Betrag

$$V_{gl} + E_{pm} = 2\,E_{pm}$$

zu erreichen. An der kranken Phase erscheint durch die Übereinanderlagerung der Gleich- und der Phasenspannung im Grenzfall der doppelte Scheitelwert der Phasenspannung. Hiemit verkehren sich die anfänglich das Löschen so begünstigenden Bedingungen in das Gegenteil: unter der im Vergleich zu gesunden Zuständen beträchtlichen Überspannung treten Rückzündungen des Erdschlusses spätestens in dem Punkte Z_2 auf.

Durch die Rückzündung wird die Kapazität K_{22} in Form von Wanderwellen und Sinusschwingungen in kurzer Zeit entladen. Außerdem, und dies ist der springende Punkt, wird die Spannung $E_v = 2\,E_{pm}$ des Kraftwerkes, welche im Punkt Z_2 auf K_{22} lastete, plötzlich auf die spannungslose Kapazität K_{11} verlagert. Die Folge hievon ist die schwingende Aufladung von K_{11}, welche wie jede Ladeschwingung im Grenzfall (abgesehen von der Dämpfung) auf die doppelte Überspannung, also bereits auf $4\,E_{pm}$ führt. Wir wollen diese Schwingung „Zündschwingung" nennen.

Der Strom der Zündschwingung fließt über den Erdschlußpunkt und eilt seiner Spannung an K_{11} um 90° vor. Er verlischt ähnlich wie der gewöhnliche Erdschlußstrom im Nullwerte, also in dem Augenblick, in welchem seine Spannung ihren Höchstwert hat. Ebenso wie bei dem ersten Löschen wird hiedurch auf K_{11} eine überschüssige Ladung

$$Q = 4\,E_{pm}\,K_{11}$$

abgetrennt, welche dem ganzen Netz die Gleichspannung

$$V_{gl} = \frac{4\,E_{pm}\,K_{11}}{K_{11} + K_{22}} = 2\,E_{pm}$$

gegen Erde erteilt. Da die Betriebsspannung im Gegensatz zum erstmaligen Löschen der Spannung $4\,E_{pm}$ an K_{11} nicht das Gleichgewicht hält, setzt eine Ausgleichsschwingung die „Löschschwingung" im Stromkreis: Kurzschlußinduktivität L_k des Kraftwerkes Reihenschaltung von K_{11} und K_{22} ein, welche den Übergang zu den ausgeglichenen Spannungen

$$v_{11} = V_{gl} + e_p$$

(Abb. 6) und

$$v_{22} = V_{gl} - e$$

(Abb. 3) vermittelt.

Da die Kapazität des Löschschwingungskreises nur halb so groß ist wie die des Zündschwingungskreises, ist die Frequenz der Löschschwingung $\sqrt{2}$ mal so hoch wie die der Zündschwingung

$$\nu_z = \frac{1}{2\,\pi\sqrt{L_k\,K_{11}}}.$$

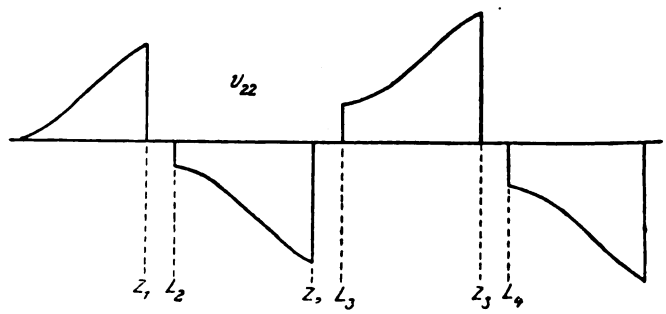


Abb. 3.

Im Verlauf der auf L_2 folgenden Halbperiode hebt sich die Spannung an der Phase 2 immer mehr, um im Grenzfall nach einer Halbperiode den Wert $3\,E_{pm}$ zu erreichen. Wieder ist spätestens unter dieser gegen vorher beträchtlich erhöhten Spannung die Rückzündung des Erdschlusses zu erwarten; sie löst eine neue Zündschwingung mit höherem Scheitelwert aus, die nach

*) E. T. Z. 1914, Seite 697.

Digitized by Google

ihrer ersten Halbperiode abbricht und in eine Löschschwingung übergeht.

In der Abb. 3 entspricht der erste Kurvenabschnitt dem Abschnitt $L Z_1$ der Welle v_{22} der Abb. 2. Zwischen Z_1 und L_2 liegt eine Halbperiode der Zündschwingung; die Phase 2 ist in dieser Zeit erd-, das heißt kurzgeschlossen. Nach dem Löschen in L_2 bleibt auf dem ganzen Netz die Gleichspannung liegen, welche ohne Rücksicht auf die Dämpfung, die Teilkapazitäten und die Ableitung doppelt so hoch ist wie nach dem erstmaligen Löschen, in Wirklichkeit aber, wie dies in der Abb. 4 zur Anschauung gebracht ist, unterhalb dieses

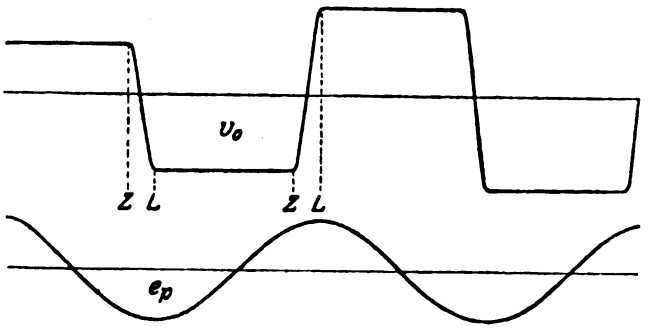


Abb. 4

doppelten Wertes bleibt. Mit ihr setzt sich die gleichfalls in Abb. 4 eingezeichnete Phasenspannung e_p so zusammen, daß der Abschnitt $L_2 Z_2$ in Abb. 3 entsteht. Die erhöhte Gleichspannung liefert im Verein mit der Phasenspannung beträchtlich höhere Werte der Spannung v_{22} an der kranken Phase. In Z_2 wird die nächste Rückzündung angenommen. Das Löschen der Zündschwingung in L_3 liefert von neuem eine höhere Gleichspannung, die im Verein mit der Phasenspannung im Verlauf der Halbperiode $L_3 Z_3$ zu einer weiteren Steigerung der Spannung an der kranken Phase führt usw. Die Löschschwingungen, welche auch die Phase 2 berühren, sind in der Abb. 3 nicht eingezeichnet worden. Ihre Berücksichtigung wird in Abb. 5 nachgeholt. Sie be-

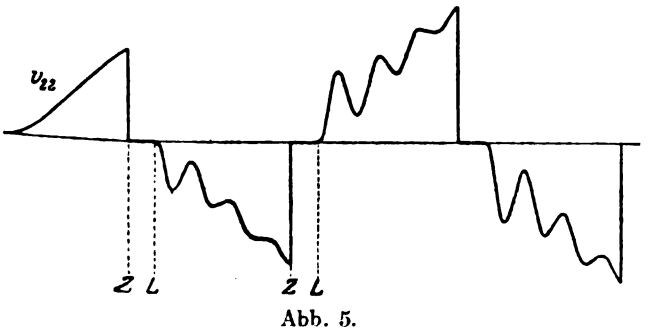


Abb. 5.

einflussen den Vorgang insofern wesentlich, als erst das langsame Ansteigen der Spannung nach L die Löschung des Lichtbogens ermöglicht. Die Zusammensetzung der Spannung $v_0 + e_p$ der gesunden Phase gegen Erde, Abb. 6, dürfte nach diesen Erörterungen wohl ohne weiteres verständlich sein; ihren tatsächlichen Verlauf unter Berücksichtigung der Zünd- und Löschschwingung gibt Abb. 7.

Solange der Erdschlußlichtbogen auf kurze Entfernungen brennt, setzen die Rückzündungen viel früher ein, als es in Abb. 3 oder 5 dargestellt ist. Das taktmäßige Hinaufpendeln auf die hohen Überspannungen, dessen Anfänge die Abb. 3 bis 7 zur Anschauung bringen, ist erst dann möglich, wenn sich der Lichtbogen zu bedeutenden Längen auszieht. Die höchsten Überspannungen erscheinen in der Regel erst kurz vor dem endgültigen Verlöschen. Je nach den Zufälligkeiten, unter denen der Lichtbogen brennt, gehen der letzten gefährlichsten Zeitspanne bald unregelmäßige

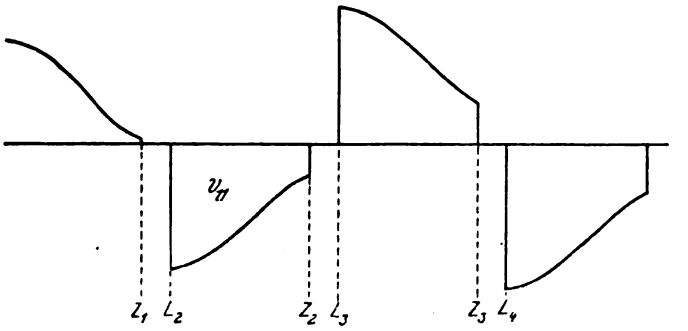


Abb. 6.

Mehrfachzündungen, bald aber wieder ganz regelmäßig Halbperiode für Halbperiode erfolgende Einfachzündungen voraus. Die Überspannungen steigen im regelmäßigen taktmäßigen Funkenspiel lange Zeit vor dem endgültigen Löschen auf ihren Höchstwert an, fallen dann zusammen, erholen sich wieder usw., bis endlich nach einem fortwährenden, anscheinend durch die Luftbewegung verursachten Auf und Ab der Lichtbogen endgültig verlischt.

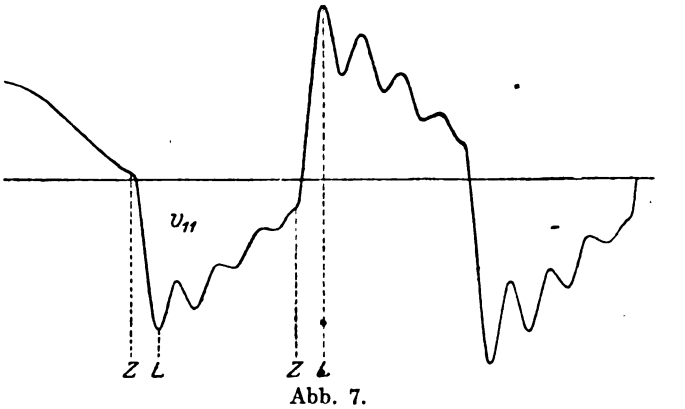


Abb. 7.

Die Überspannungen des intermittierenden Erdschlusses werden durch die Dämpfung d und durch die Teilkapazitäten zwischen Phase und Phase gemildert; über ihre unter praktischen Bedingungen möglichen Höhen geben die Tabellen 1 und 2 Aufschluß.

Tabelle 1. Überspannungen des intermittierenden Erdschlusses in Dreiphasennetzen.

Überspannung	Verhältnis der Teilkapazitäten $K_{11} : K_{12} = 3 : 1$		$K_{11} : K_{12} = 5 : 1$	
	$d = 0{\cdot}1$	$d = 0{\cdot}2$	$d = 0{\cdot}1$	$d = 0{\cdot}2$
an den gesunden Phasen	$3{\cdot}96\ E_{pm}$	$3{\cdot}50\ E_{pm}$	$4{\cdot}5\ E_{pm}$	$3{\cdot}9\ E_{pm}$
an der kranken Phase	$3{\cdot}64$ „	$3{\cdot}33$ „	$4{\cdot}0$ „	$3{\cdot}6$ „
Gleichspannung	$2{\cdot}64$ „	$2{\cdot}33$ „	$3{\cdot}0$ „	$2{\cdot}6$ „

Tabelle 2. Überspannungen des intermittierenden Erdschlusses in Einphasennetzen.

Überspannung	Verhältnis der Teilkapazitäten $K_{11} : K_{12} = 3 : 1{\cdot}5$		$K_{11} : K_{12} = 5 : 1{\cdot}5$	
	$d = 0{\cdot}1$	$d = 0{\cdot}2$	$d = 0{\cdot}1$	$d = 0{\cdot}2$
an der gesunden Phase	$3{\cdot}72\ E_{pm}$	$3{\cdot}46\ E_{pm}$	$4{\cdot}12\ E_{pm}$	$3{\cdot}78\ E_{pm}$
an der kranken Phase	$2{\cdot}86$ „	$2{\cdot}73$ „	$3{\cdot}06$ „	$2{\cdot}89$ „
Gleichspannung	$1{\cdot}86$ „	$1{\cdot}73$ „	$2{\cdot}06$ „	$1{\cdot}89$ „

Mit diesen Erkenntnissen dürfte die Antwort auf die eingangs gestellte Frage gegeben sein. Die

Digitized by Google

schwere endgültige Löschfähigkeit und die große Länge des Erdschlußlichtbogens ist darauf zurückzuführen, daß für seine Rückzündung die drei- bis vierfache normale (Phasen-) Spannung zur Verfügung steht. Da die Rückzündungen des Erdschlusses unter diesen Überspannungen erfolgen, haben die Sprungwellen die drei- bis vierfache Höhe wie bei glatten Erdschlüssen; hiemit erklärt sich die Gefährlichkeit der intermittierenden Erdschlüsse für Wickelungen. Ebenso wie den Wanderwellen stehen auch den übrigen kurzzeitigen Schwingungen der erdgeschlossenen Phase die 9- bis 16fachen Energiebeträge zur Verfügung.

Am wichtigsten auf jeden Fall ist die Erkenntnis, daß die beim Löschen abgetrennten Gleichspannungsladungen die Ursache all dieser Erscheinungen sind. Denn mit dieser Erkenntnis ist der Weg, den der Kampf gegen den Erdschluß einzuschlagen hat, klar vorgezeichnet. Gelingt es, die Gleichspannungsladungen hinreichend rasch abzuleiten, so müssen mit der Beseitigung der Ursache auch die ganzen Folgen verschwinden.

Eine technisch brauchbare Lösung der Ableitungsfrage ist die Nullpunkterdung über Widerstände. Ihre Höhe muß so bemessen werden, daß die Gleichspannungsladung und mit ihr die Gleichspannung des Netzes in etwa einer Halbperiode soweit abgesenkt wird, daß die Summe von Gleich(Rest-)spannung und Phasenspannung der kranken Phase nicht viel höher ist als die betriebsmäßige Phasenspannung. Dieser Forderung entspricht ein Nullwiderstand von der Größenordnung

$$R_0 = \frac{1}{\Sigma\, m\, K_{11}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4),$$

dessen Ohmzahl ebenso hoch ist wie die des kapazitiven Scheinwiderstandes der Summe der Kapazitäten aller Phasen gegen Erde. Da der Erdschlußstrom

$$J_c = E_p \Sigma\, m\, K_{11} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5)$$

ist und R_0 im Fall eines Erdschlusses unter der Phasenspannung E_p steht, hat der Strom J_0 im Widerstand R_0 die gleiche Größe wie der Erdschlußstrom. Beiläufig bemerkt, kann der Widerstand in den Grenzen

$$R_0 = 0{\cdot}5 \text{ bis } 2{\cdot}5\, \frac{1}{\Sigma\, m\, K_{11}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6)$$

liegen, ohne daß seine Wirkung wesentliche Unterschiede zeigt.

Der Strom J_0 findet seinen Rückschluß über den Erdschlußpunkt. Als Wattstrom ist er mit dem wattlosen Erdschlußstrom im rechten Winkel zusammenzusetzen; die geometrische Summe

$$J = \sqrt{J_c^2 + J_0^2}$$

wird, wenn R_0 nach Gleichung 4) bemessen wird,

$$J = \sqrt{2}\, J_c.$$

Im Diagramm Abb. 8 erfolgt das Löschen des resultierenden Stromes i in L eine achtel Periode später als das des reinen Erdschlußstromes i_c in Abb. 2, da der resultierende Strom der Spannung e_p nicht um 90° voreilt wie i_c, sondern nur noch um 45°. Das Löschen des Stromes i geht unter den gewählten Verhältnissen ebenso leicht vor sich wie das von i_c, und zwar nicht mehr bei der Spannung E_{pm} sondern eine achtel Periode später, bei der niedrigeren Spannung $\frac{1}{2}\sqrt{2}\, E_{pm}$. Der erste Erfolg ist also eine Herabsetzung der beim Löschen abgetrennten Gleichspannungsladung $Q = 0{\cdot}707\, E_{pm} \Sigma K_{11}$.

Die Entladung gehorcht dem bekannten Exponentialgesetz

$$v_0 = V_{gl}\, e^{-\frac{1}{R \Sigma K_{11}}t}$$

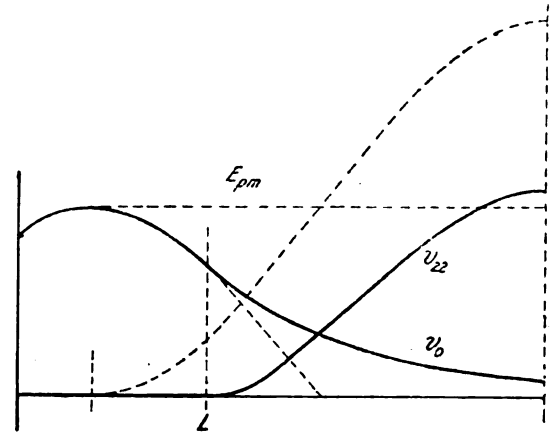


Abb. 8.

Hierin ist v_0 der Augenblickswert und V_{gl} der Anfangswert der Gleichspannung und e die Basis der natürlichen Logarithmen.

Unter den gewählten Verhältnissen sinkt die Gleichspannung in $\frac{3}{8}$ Per/s auf 0·066 E_{pm}; Abb. 8 zeigt, daß

$$v_{22} = v_{gl} - e_p$$

die Spannung der kranken Phase sich nur wenig über die betriebsmäßige Phasenspannung hebt. Die punktierte Kurve gibt den Verlauf von v_{22} im ungeschützten Netz (vgl. Abb. 2) wieder.

Gegenüber dem ungesicherten Netz ist, wie ein Vergleich der beiden Kurven zeigt, ein großer Gewinn erzielt worden. Die Möglichkeit der Rückzündungen ist erheblich beschränkt — es steht ja nur noch die halbe Spannung zur Verfügung. Und wenn auch Rückzündungen beliebig häufig erfolgen: niemals wird die Phasenspannung wesentlich überschritten. Infolgedessen ist die Gefährdung der Anlage durch die Sprungwellen und Schwingungen mit der drei- bis vierfachen Phasenspannung beseitigt.

Der technische Erfolg steht im Einklang mit diesen Überlegungen. Schwache Erdschlußströme verlöschen selbst bei kurzen Lichtbogenlängen sehr rasch, fast augenblicklich. Es ist geradezu verblüffend, wie sicher der Lichtbogen mit dem Einschalten des Nullwiderstandes zusammenbricht. Der lärmende und wildbewegte Erdschlußlichtbogen mit höherer Stromstärke der Anlage ohne Nullwiderstand geht in einen ruhig brennenden Lichtbogen über, der viel eher erlischt. Vor allen Dingen verschwinden die ganzen Überspannungserscheinungen.

Das gleiche Ergebnis läßt sich mit Hörnerableitern erzielen, deren gesamter Ersatzwiderstand die für die hinreichend rasche Ableitung der Gleichspannungsladung erforderliche Größe hat. Hiemit findet der zweifelsfrei feststehende Schutzwert der Hörnerableiter auf diesem — vielleicht dem wichtigsten — Gebiete seine rechnungsmäßige Bestätigung.

Digitized by Google

Der Nullwiderstand ist jedenfalls dem Hörnerableiter überlegen. Denn der Nullwiderstand ist stets zur Arbeit bereit, während der Hörnerableiter erst unter der Einwirkung einer Überspannung überschlagen muß, bevor er mit der Ableitung beginnen kann. Beide Ableiter — der Hörnerableiter mit der letzterwähnten Einschränkung — leiten nicht etwa die Überspannungen des intermittierenden Erdschlusses ab, sondern sie lassen sie überhaupt nicht zur Entstehung kommen. Hiemit reihen sie sich auf dem behandelten Gebiet in die Klasse der vollkommenen Überspannungsschutzmittel ein.

Mit der Widerstandsableitung verschwindet die Überspannungsgefahr des aussetzenden Erdschlusses. Die übrigen schädigenden Folgen zu hoher Erdschlußströme werden gemildert, aber nicht beseitigt. Wenn auch schwache Erdschlußströme sicher abgelöscht werden und wenn auch die kritische Stromstärke erhöht wird: für ausgedehnte Netze bleibt die Gefahr der Leitungsbrüche, Isolatorenschäden, Schalterauslösungen usw. nach wie vor bestehen. Die Widerstandsableitung stellt deshalb keine Lösung der Erdschlußfrage dar.

Bis vor kurzem schien es so, als ob der selbsttätige Erdungsschalter (Lichtbogenerder, arcing ground supressor) berufen sei, diese Lücke zu schließen. Die Erdschlußspule hat jedoch seine große technische Bedeutung eingeschränkt.

Die rechnerische Untersuchung des Einflusses der Streuinduktivität der zur Nullpunktbildung verwendeten Generatoren und Transformatoren auf die Ableitung der überschüssigen Ladungen über Nullwiderstände führte auf zwei überraschende Ergebnisse. Die Löschfähigkeit des Erdschlußlichtbogens nimmt zu und in dem Summenstrom, der aus dem reinen Erdschlußstrom und dem Strom des Nullwiderstandes gebildet wird, läßt sich eine gegenseitige Aufhebung der leichten induktiven, durch die genannten Induktivitäten hereingebrachten Komponente gegen einen Teil des kapazitiven Erdschlußstromes erkennen. Von dieser Erkenntnis bis zur Auffindung der Erdschlußspule war nur noch ein kleiner Schritt.

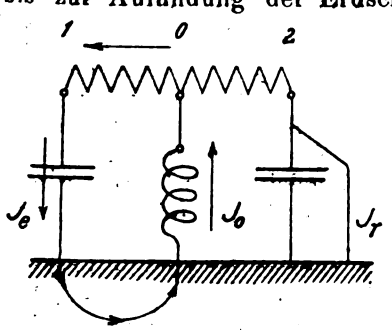


Abb. 9.

Nach Abb. 9 wird die Erdschlußspule im Nullpunkt eines Generators oder Transformators angeschlossen. Im Fall eines Erdschlusses steht sie unter der Phasenspannung und nimmt unter ihr einen Strom J_0 von der gleichen Höhe wie der Erdschlußstrom des Netzes auf. Da der gesamte Erdschlußstrom

$$J_e = E_p \Sigma m K_{11} \quad \ldots \quad 7)$$

ist, muß die induktive Reaktanz der Spule

$$X_0 = \frac{1}{\Sigma m K_{11}} \quad \ldots \quad 8)$$

sein, um die Bedingung $J_e = J_0$ zu erfüllen.

In Abb. 10 ist der Weg von J_e im ungesicherten Netz eingezeichnet. Nach dem Einbau der Spule findet der Spulenstrom J_0 über den Erdschluß einen geschlossenen Weg vor. Da J_0 als wattlos nacheilender Strom in jedem Augenblick die entgegengesetzte Richtung wie der voreilende Ladestrom J_e hat, heben sich J_e und J_0 im Erdschlußpunkt (und seiner Zuteitungen) auf. Das Ergebnis der Übereinanderlagerung deutet Abb. 9 an: der Erdschlußpunkt bleibt stromlos und der ganze kapazitive Erdschlußstrom wird von der Erdschlußspule aufgesaugt. Im Erdschlußpunkt verbleibt ein schwacher Reststrom J_r, der neben den Verlustkomponenten der Ströme J_0 und J_e die unausgeglichenen höheren Harmonischen enthält.

Da unsere Hochspannungsnetze unter den Folgen des Erdschlußstromes ganz ungemein zu leiden haben, läßt seine Unterdrückung auf dem gegebenen Wege sehr viel erhoffen. Die weiteren Eigenschaften der Erdschlußspule übertreffen jedoch bei weitem alle Erwartungen.

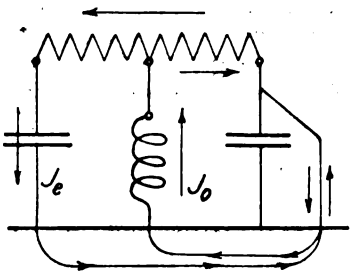


Abb. 10.

Verlischt der Lichtbogen des Reststromes, in dem wir eine kleine überwiegende voreilende Komponente annehmen wollen, im Nullwert des Stromes, so bleibt auf dem Netze die als Ursache der Erdschlußüberspannung erkannte Gleichspannungsladung zurück. Sie sucht sich über die Spule weg gegen Erde auszugleichen. Die Kapazität des Netzes (Kapazität aller Phasen gegen Erde)

$$C = \Sigma K_{11}$$

bildet mit der Induktivität der Spule (Gleichung 7)

$$L_0 = \frac{1}{m^2 \Sigma K_{11}}$$

einen Schwingungskreis, dessen Kreisfrequenz mit der Kreisfrequenz der Netzspannung übereinstimmt.

Die weitverzweigte Kapazität des ganzen Netzes entlädt sich genau so wie die Kapazität des einfachen Thomsonschen Schwingungskreises schwingend über die Erdschlußspule, und zwar klingen die Schwingungen nach Maßgabe der natürlichen Dämpfung ab.

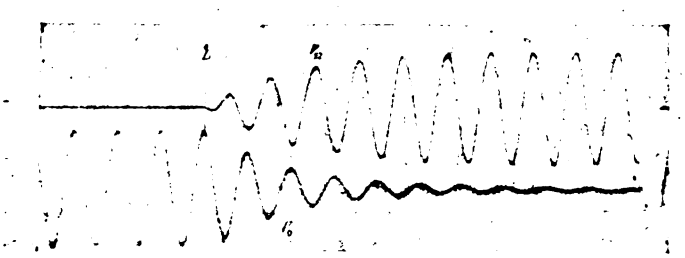


Abb. 11.

In Abb. 11 beginnt die Entladung in L; der Verlauf der Spannung v_0 des Nullpunktes, die mit der Spannung an der Kapazität des Schwingungskreises identisch ist, stellt nichts weiter als eine gedämpfte Entladeschwingung dar.

Während die Spannung v_0 in Abb. 2 von L ab in die Gleichspannung V_{gl} übergeht und die des mit Nullwiderstand gesicherten Netzes von L ab nach einer Exponentialkurve abfällt (Abb. 8), nähert sich die Spannung des mit Erdschlußspule geschützten Netzes schwingend dem Endwerte Null.

Digitized by Google

Für die Spannung der gesunden (v_{11}) und der kranken Phase (v_{22}) gegen Erde gelten die Beziehungen

$$v_{11} = v_0 + e_p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9),$$

$$v_{22} = v_0 - e_p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10).$$

Denn v_0 ist die Schwingungsspannung des ganzen Netzes gegen Erde und die Spannung der einzelnen Phasen muß sich durch Zusammensetzung ihrer Phasenspannungen mit v_0 ergeben.

Setzen wir die Entladeschwingung mit der betriebsmäßigen Phasenspannung nach Gleichung 10) zusammen, so erhalten wir in Abb. 11 an der kranken Phase die sanft ansteigende Spannung v_{22}.

Die gleiche Zusammensetzung nach Gleichung 9) führt auf die sanft abfallende Spannung v_{11} der gesunden Phase in Abb. 12 unten. Die Abb. 12 enthält

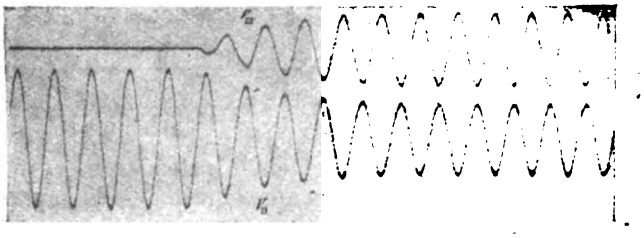


Abb. 12.

außerdem oben nochmals die Spannung v_{22} der kranken Phase (in anderem Maßstab wie in Abb. 11). Die Gegenüberstellung läßt besonders klar erkennen, wie sich die ganzen Spannungsverhältnisse des geschützten Netzes stetig ändern, wie dem langsamen Ansteigen der Spannung der kranken Phase ein langsames Absinken an der gesunden Phase entspricht.

Da die theoretisch abgeleiteten Kurven nicht den geringsten Unterschied gegenüber den experimentell aufgenommenen zeigen, begnügen wir uns mit der Wiedergabe der oszillographischen Aufnahmen.

Im schärfsten Gegensatz zu der ungesicherten oder mit Widerstand gesicherten Anlage vergehen mehrere Perioden, bis die Spannung am Erdschlußpunkt ihren betriebsmäßigen Wert erreicht. Unmittelbar nach dem Löschen geht das Anwachsen der Spannung so langsam vor sich, daß die denkbar günstigsten Löschbedingungen vorliegen.

Bevor die Spannung an der Fehlerstelle nennenswerte Beträge erreicht, ist die Ionisierung der Luft verschwunden, haben sich die glühenden Fußpunkte des Erdschlußlichtbogens, die unbegrenzt ergiebige Ionenquellen sind, bis zum Versiegen abgekühlt. Hiezu kommt noch, daß infolge der Unterdrückung des kapazitiven Erdschlußstromes im Erdschlußlichtbogen nur der schwache Reststrom fließt (8 bis 12% des reinen Erdschlußstromes), an den bei weitem nicht die Wärmewirkungen (1/156 bis 1/70) wie an den unausgeglichenen Erdschlußstrom gebunden sind.

Diese theoretischen Erwartungen wurden bei Versuchen in ausgedehnten Netzen nicht nur erfüllt, sondern übertroffen. Alle bisher durchgeführten Versuche zeigen neben der Begrenzung des Erdschlußstromes eine geradezu überraschend wirkende Löschfähigkeit des Reststromes.

In ausgedehnten Netzen geht das Abschalten des Reststromes mit Trennmesser selbst beim langsamsten Ziehen manchmal ganz funkenlos, manchmal unter Bildung eines unbedeutenden Funkens, auf jeden Fall lichtbogenfrei vor sich.

Nach dem Abschalten in 10 kV-Netzen kann das Trennmesser mit einer Öffnung von 3 bis 4 mm stehen bleiben, ohne daß eine Rückzündung erfolgt. Man darf mit einem geerdeten Draht, den man passend isoliert faßt, beliebig häufig eine Phase berühren, selbst wenn das Netz aus tausenden von Kilometern Freileitung besteht. Bei jeder Berührung gibt es einen klatschenden Funken, den Entladefunken der Kapazität der erdgeschlossenen Phase. Die Lösung der Berührung geht fast immer vollkommen funkenlos vor sich.

In mehrfacher Hinsicht bemerkenswert sind folgende Versuchsergebnisse. Drei zusammengeschaltete 10 kV-Netze, auf die vier getrennte Kraftwerke arbeiteten, mit insgesamt über 700 km Freileitung und rund 60 km Kabel haben einen (unausgeglichenen) Erdschlußstrom von 55 A. In einem der Kraftwerke wurde die für 50 A bemessene Erdschlußspule im Nullpunkt eines 1335 kVA-Generators angeschlossen. Trotz der nicht innegehaltenen Übereinstimmung zwischen Erdschluß- und Spulenstrom ging die Abschaltung des eine unausgeglichene Komponente von 5 A enthaltenden Reststromes von 7 A lichtbogenfrei und fast immer ohne den geringsten Funken vor sich.

In der gleichen Anlage wurde ein Isolator mit einem angefeuchteten Bindfaden überbrückt und eingeschaltet. Der Bindfaden geriet nach wenigen Augenblicken in Brand und leitete den mächtigen, hoch emporwirbelnden Erdschlußlichtbogen von 55 A ein.

Nach der Sicherung der Anlage mit der Spule verkohlte der Faden bei Wiederholung des Versuches und geriet gleichfalls in Brand. Er brach; an der Bruchstelle erschien ein kleines glänzendes Fünkchen. Ein Erdschlußlichtbogen kam jedoch nicht zustande.

Mit dem letzten Versuch sollte eine Gruppe von Erdschlußursachen nachgebildet werden, die zu häufigen Störungen führt. Vögel, verwehtes Heu, Äste*) und dgl. bilden im ersten Augenblick unvollkommene Erdschlüsse, geraten in Brand und leiten den Erdschlußlichtbogen ein. Tatsächlich hat auch die Wirklichkeit in den mit Erdschlußspulen gesicherten Anlagen gezeigt, daß durch Vögel eingeleitete Erdschlüsse nicht zur Bildung von stehenden Lichtbogen führen. Sie verschwinden augenblicklich.

Für den praktischen Betrieb ist noch eine Frage von hoher Wichtigkeit: Ist die Löschfähigkeit des Erdschlußlichtbogens an die genaue Abgleichung der Erdschlußspule gebunden oder lassen sich Änderungen an den Leitungslängen vornehmen, ohne daß die Schutzwirkung beeinträchtigt wird?

Sowie die Abgleichung und damit die Gleichung 8) nicht mehr erfüllt ist, hat die Eigenfrequenz des aus der Spule und dem Netze bestehenden Schwingungskreises einen anderen Wert wie die Betriebsfrequenz. Die durch Zusammensetzung der Spannung v_0 der Eigenschwingung mit der Spannung $-e_p$ gebildete Span-

*) Mir sind mehrere Anlagen, die mit Spannungen bis zu 60 kV arbeiteten, bekannt, in denen während der Nistperiode viele Erdschlüsse durch dürre Äste eingeleitet werden, die von großen Vögeln, zum Beispiel Krähen, zum Nestbau mitgeschleppt werden.

Digitized by Google

nung v_{22} der kranken Phase gegen Erde muß deshalb, wie es das Wellenbild Abb. 13 zeigt, Schwebungen aufweisen. Das Anwachsen von v_{22} vollzieht sich schneller als in der Abb. 11; aber die für das endgültige Löschen des Erdschlußlichtbogens wesentliche Eigenschaft der zögernden Entwickelung der Spannung nach dem Verlöschen bleibt im Grundsatz erhalten. Sowie in der kranken treten auch in der gesunden Phase Schwebungen auf. In der in anderem Maßstabe aufgenommenen Abb. 14 ist klar zu erkennen, wie sich die Spannung v_{11} der gesunden Phase von $2\,e_p$ unter Vermittlung der frequenzungleichen Schwingung auf e_p senkt, während die der kranken Phase v_{22} von Null auf $-e_p$ steigt.

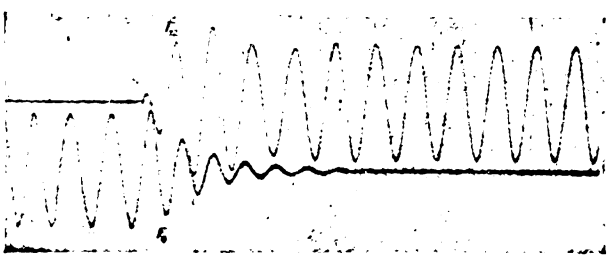


Abb. 13.

Der Gangunterschied in der Abb. 13 beläuft sich auf rund 7 Per/s; auf 3·5 Per/s der Netzfrequenz kommen rund 4 Per/s der Eigenschwingung.

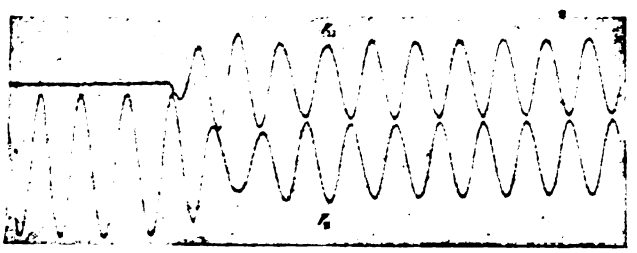


Abb. 14.

Da die Verstimmung der Abb. 14 durch Wahl einer Erdschlußspule mit zu kleiner Induktivität L_0 erzielt worden war, ist die Eigenfrequenz ν_0 höher als die Netzfrequenz ν.

Da die Abgleichung durch die Induktivität

$$L_0 = \frac{1}{4\,\pi^2\,\nu^2\,\Sigma\,K_{11}}$$

erreicht wird und da sich andererseits aus der Gleichung

$$\nu_0' = \frac{f}{2\,\pi\,\sqrt{L_0'\,\Sigma K_{11}}}$$

die zu kleine Induktivität zu

$$L_0' = \frac{1}{4\,\pi^2\,\nu'^2\,\Sigma\,K_{11}}$$

ergibt, ist das Verhältnis

$$\frac{L_0}{L_0'} = \left(\frac{\nu_0'}{\nu}\right)^2 = \left(\frac{57}{50}\right)^2 = 1{\cdot}3.$$

Die Verstimmung beläuft sich bereits auf volle 30%.

Die Abb. 13 und 14 führen demnach bereits recht große Abweichungen von der genauen Abstimmung vor Augen. Trotzdem darf aus dem Verlauf von v_{22} immer noch auf eine gute Löschwirkung geschlossen werden. Tatsächlich ist auch die Löschwirkung selbst bei $\pm$ 30% Änderung der Leitungslänge praktisch noch nicht fühlbar beeinträchtigt, während Abweichungen von $\pm$ 10% von der genauen Abgleichung ohne jeden Einfluß auf die Löschung sind. In einem mit Erdschlußspule gesicherten Netze belief sich der Unterschied infolge eines Zufalles mehrere Wochen lang auf 1:2, das heißt die Erdschlußspule war irrtümlicherweise in einer Schaltung für die halbe Induktivität in Betrieb genommen worden. Trotzdem hat sie nach den vorliegenden Registrierstreifen Erdschlüsse noch abgelöscht, obwohl in einzelnen Fällen bereits Erdschlußlichtbögen für einige Sekunden zustande kamen.

Rundschau.

Stromverteilung.

Normalisierung der Spannung in Niederspannungsverteilungsnetzen. M. D. Cooper weist darauf hin, daß in Amerika für Verteilungsnetze alle Spannungen zwischen 105 bis 125 und von 220 bis 250 V vertreten sind. Diese Verschiedenheiten, die sich besonders unangenehm bei Glühlampen bemerkbar machen, haben ihre Ursache darin, daß es früher zur Zeit der Kohlenfadenlampe nicht möglich war, Lampen von genau bestimmter Spannung herzustellen und daß daher die Netze sich der Spannung der vorhandenen Lampen anpaßten. Da aber Metallfadenlampen ganz genau für eine bestimmte Spannung hergestellt werden können, so fehlt jetzt die Veranlassung zu diesen verschiedenen Spannungswerten. In der Tat gehen die Bestrebungen dahin, eine einheitliche Verteilungsspannung festzusetzen. Aus den bei der General Electric Company bestellten Glühlampen in der Zeit von 1913 bis 1916, die sich auf alle Spannungswerte von 100 bis 130 V verteilen, erkennt man, daß die Spannungen von 110, 112, 115 und 120 V am meisten vertreten sind. Die Zahl der für 110 V bestellten Lampen ist in der vierjährigen Periode so ziemlich gleich geblieben und macht rund 25% aller Glühlampen innerhalb der obgenannten Spannungsgrenze aus. Die Lampen für 112 V, die im Jahre 1913 noch 18% aller Glühlampen ausmachten, sind 1916 auf 11% zurückgegangen. Hingegen nehmen die Bestellungen auf 115 V und 120 V-Glühlampen stetig zu; die ersteren machten 22%, die letzteren 14% aller Glühlampen aus.
(Gen. El. Rev. 20, Nr. 7, 1917.)

Elektrische Beleuchtung.

Nitralampen im Dienste der Photographie. O. Gerhardt. Für künstlerische Aufnahmen eignen sich Lichtquellen, deren Gehalt an Strahlen verschiedener Färbung so beschaffen ist, daß ihre chemische Wirksamkeit auf die photographische Platte möglichst mit der Lichtempfindlichkeit unseres Auges übereinstimmt. Das Nitralicht, das bei gewisser Ähnlichkeit mit dem Tageslicht einen geringeren Bestand an blau-violetten und einen größeren an gelbgrünen Strahlen aufweist, eignet sich demnach für photographische Zwecke mehr als andere Lichtarten. Wie die quantitative Untersuchung der lichtchemischen Wirksamkeit in der Versuchsstelle der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft zeigt, sind die Aufnahmebedingungen für Nitralicht um 25 bis 45% günstiger als bei Tageslicht, je nach der verwendeten Plattenart. Dazu kommt noch, daß man große Lichtmengen bei geringem Stromverbrauch mit den Nitralampen erzeugen kann, und daß die einmal eingestellten Beleuchtungsverhältnisse jederzeit reproduzierbar sind; von der wechselnden Tageslichtbeleuchtung und dem veränderlichen Bogenlicht wird man mithin unabhängig. Es empfiehlt sich, die Lampen für eine um 15% niedrigere als die Netzspannung zu wählen, also 190 V-Lampen für 220 V-Netze, ferner während der Einstellung die Netzspannung um 70 V durch einen Widerstand abzudrosseln, so daß die Lampe dabei mit 20% Unterspannung brennt, was eine gute Einstellung auf der Mattscheibe ermöglicht und dann bei der Aufnahme den Widerstand kurzzuschließen, so daß die Lampe mit 15% Überspannung brennt, und eine Lichtstärke gibt, die nur die halbe Belichtungszeit als die normalbrennende Lampe erfordert. Die Lampen erhalten geeignete, das Licht auf das Aufnahmeobjekt konzentrierende Reflektoren oder es werden für transportable Aufnahmen zwei Lampen in einem Kasten eingebracht, die mit Hilfe eines Serienschalters einzeln oder zusammengeschaltet verwendet werden können und außerdem den Anschluß an 110 oder 220 V ermöglichen. Nitralampen können ferner mit Vorteil zum Herstellen von Kopien mit Bromsilberpapieren verwendet werden, wobei nur eine um 30% längere Belichtungsdauer als bei Tageslicht erforderlich ist. (AEG-Mitteilg., 14, Mai 1918.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrischer Schiffsantrieb. Nach englischen und amerikanischen Tageszeitungen aus dem Mai 1918 soll demnächst das erste in England gebaute elektrisch betriebene Handelsschiff seine

Digitized by Google

	Spannung in V	Stromart	Gleislänge km	Betriebskraft	Mill. kWh in der Zentrale	Ersparte Kohle im Jahr in 1000 t
Long Island R. R.	600	Gl.-Str.	332	Dampf	78·65	183·5
New York Central	600	„	405	„	92	215
New York, New Haven a. Hartford	11 000	W.-Str.	850	„	90·5	212
Pennsylv. R. R. (New York Terminal)	600	Gl.-Str.	155	„	49·35	115
West Jersey & Sea Shore R.	600	„	240	„	30·02	70
Butte, Anaconda und Pacific	2 400	„	144	Wasser	23·41	82·1
Erie R. R.	11 000	W.-Str.	61	„	1·9	6·32
Southern Pacific	1 200	Gl.-Str.	221	„	27·84	97·46
Baltimore und Ohio	600	„	13	Dampf	7·01	16·40
Grand Trunk—St. Clair Tun.	3 300	W.-Str.	19	„	3·4	7·9
Detroit Riv. Tun.	600	Gl.-Str.	32	„	7·43	17·3
Great Northern Ry—Cascade Tun.	6 600	Dr.-Str.	12	Wasser	4·08	14·28
Boston und Maine—Hoosac Tun.	11 000	W.-Str.	34	Dampf	7·73	18
Norfolk und Western	11 000	„	144	„	50·41	118
Pennsylvania R. R.—Paoli Divis.	11 000	„	152	„	23·4	54·7
Chicago, Milwaukee, St. Paul R.	3 000	Gl.-Str.	960	Wasser	134·4	470·4
		Summe	3774 km		631·53 Mill. kWh	1698360 t

Jungfernreise antreten; es soll zudem das größte elektrische Schiff der Welt sein. Der bekannte Pioniering. auf dem Gebiete des elektrischen Schiffsantriebes W. L. K. Emmet glaubt, daß es sich um Konstruktionen des Schweden Ljungström handelt, bezweifelt aber die Richtigkeit der Behauptung, daß es sich um das größte elektrische Schiff handelt. Der im Februar 1914 in Betrieb genommene amerikanische Marinekohlendampfer „Jupiter" mit elektrischem Antrieb hat 20 000 t Verdrängung, ist 190 m lang und entwickelt über 7000 PS an der Schraubenwelle. Das amerikanische Schlachtschiff „New Mexiko" mit 32 000 t und 36 500 PS an der Schraubenwelle hat elektrischen Antrieb und soll seine Versuchsfahrten im Mai 1918 gemacht haben. Außerdem sind bei der General Electric Co. die elektrischen Antriebe für drei weitere gleich große amerikanische Schlachtschiffe, nämlich „California", „West Virginia" und „Maryland" in Arbeit. Auch hat die Firma die Lieferungsverträge für drei Schlachtkreuzer von 32 000 t Verdrängung und 180 000 PS abgeschlossen. Jeder der acht Induktionsmotoren auf der Schraubenwelle hat also 22 500 PS und ist viermal größer als alle vorher von dieser Firma gebauten Motoren. Schließlich baut die General Electric Co. die elektrischen Antriebe für zwei Frachtschiffe, die auf der Werft der Pennsylvania Shipbuilding Company liegen, jeder für 3000 PS. Leider hört man von unseren Fortschritten auf diesem Gebiete sehr wenig, trotzdem ich seit 1910 immer wieder auf dieses eminent wichtige Gebiet hingewiesen habe. In jenem Jahre hat eine der größten deutschen Fachzeitschriften einen Aufsatz über elektrische Schiffsantriebe als nicht zeitgemäß abgelehnt*).

F. Niethammer.

Kohlenersparnis durch Elektrifizierung der Bahnen. W. D. Bearce. Zu den größten Kohlenverbrauchern gehören die Dampfeisenbahnen. In Amerika wird mehr als ein Viertel der Kohlenproduktion, und zwar 27% oder 135 Mill. Tonnen, dazu noch 6·735 Mill. Tonnen Anthrazit (7·7% der Gesamtproduktion) auf den Bahnen verbraucht. Ende Juni 1916 zählte man in den Vereinigten Staaten 63 682 Dampflokomotiven, die auf 417 330 km Bahn, entsprechend 638 860 km Gleis, in Betrieb stehen. In 21 Staaten der Union verkehren auf 51 520 km Geleis Lokomotiven mit Ölfeuerung, die 42 Mill. Barr. im Jahr 1916 verbraucht haben. Demgegenüber weist Amerika nur 10·5% der gesamten Gleislänge oder 77 670 km mit elektrischem Betrieb auf; es stehen 80 000 Personen-Motorwagen, 1000 Expreßwagen und 540 elektrische Lokomotiven in Dienst. Der Kohlenverbrauch dieser Bahnen ist pro 1 km Gleis geringer als der der Dampfbahnen, abgesehen davon, daß viele der elektrischen Bahnen von Wasserkraftwerken Strom beziehen. Die fortschreitende Elektrifizierung der Bahnen ist allein imstande, den Kohlenverbrauch, den man jetzt im Krieg auch in Amerika einzuschränken beginnt, herabzusetzen, nicht nur durch die höhere Ökonomie des elektrischen Betriebes, sondern auch durch den Fortfall der Kohlentransporte, die in manchen Distrikten 10% der gesamten beförderten Tonnen ausmachen; diese Menge kann von elektrischen Lokomotiven zusätzlich gefördert werden.

Zum Vergleich zwischen Dampf- und elektrischen Betrieb kann man als Mittelwert ansetzen, daß je 3·2 kg im Tender mitgeführter Kohle 1 kWh an der Hochspannungsschalttafel des Krafthauses entsprechen; zur Erzeugung von 1 kWh benötigt man in modern ausgeführten Kraftwerken nur 1·14 kg Kohle. Die Verhältnisse ändern sich noch im günstigen Sinne, wenn man erwägt, daß auf der Lokomotive nur hochwertiges Brennmaterial verbrannt, während in elektrischen Kraftwerken auch minderwertiges Brennmaterial mit gutem Wirkungsgrad ausgenützt werden kann. Dadurch können reichlich zwei Drittel des bisherigen Kohlenverbrauches erspart werden.

In der obenstehenden Tabelle ist der Stromverbrauch einiger großer elektrischer Bahnlinien enthalten. Aus dem gegenwärtigen Verbrauch an Kohle in den Zentralen und dem auf Grund des obigen Mittelwertes von 3·2 kg berechneten Verbrauch auf den Dampflokomotiven, der bei Dampfbetrieb dieser Bahnen zu erwarten wäre, sind die jährlichen Ersparnisse an Kohle ermittelt. Man erkennt daraus, daß schon bei diesen wenigen Bahnen von 3800 km, also weniger als 1% der gesamten Gleislänge der Union, eine Ersparnis von 1·688 Mill. Tonnen Kohle im Jahr erzielt wird. Besonders augenfällig ist die Kohlenersparnis bei der Chicago, Milwaukee und St. Paul Ry; wenn die in Umbau befindliche Kaskadenstrecke von 356 km elektrifiziert sein wird, dann werden weitere 364 500 Barr. Öl erspart werden.*) (Gen. El. Rev. 20, Nov. 1917).

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 274; 1918, Seite 108, 192.

Literatur-Bericht.

Die Technik der Fernmeldeschaltung. (Telephonie — Telegraphie — Signalwesen.) Von Erwin Neuhold, 78 Seiten, Kl. 8° mit 58 Abb. Verlag A. Gerhard & Co. Berlin.

Mit dem vorliegenden Büchlein wird der Anfang gemacht, die Schwachstromtechnik von einem neuen Gesichtspunkt aus zu betrachten. Von der Beschreibung der maschinellen Einrichtungen, der Apparate und ihrer Bestandteile, der den einzelnen Anlagen anhaftenden Besonderheiten wird vollständig abgesehen und lediglich die Gesetzmäßigkeit dargelegt, die die Schaltungen und Stromkreise beherrscht. So wird gezeigt, daß es möglich ist, eine Theorie der Fernmeldeschaltung aufzubauen, die bisher in der Literatur arg vernachlässigt worden ist. In raschem Fluge führt der Verfasser den Leser von den Schaltungsarten der Stromquellen zu denen der Apparate an der Geber- und an der Empfangsstation. Er bespricht ferner die Führung der Leitungen, die den Strom der Stromquellen den Apparaten zuführen, sowie die Rolle, die die Zwischenempfangsapparate in der Schaltungstechnik spielen. Zum Schluß werden die Gesichtspunkte dargelegt, die bei der Verwendung der Hilfs- und Sicherungsapparate zur Regelung und Abstimmung der Stromverhältnisse und zur Sicherung der Apparate und Leitungen zur Geltung zu kommen haben. Die Darstellung ist äußerst knapp gehalten, nur das Grundsätzliche wird betont und ausgeführt. Um den Gegenstand halbwegs zu erschöpfen, müßte der Umfang des Büchleins mindestens auf das Dreifache erweitert werden. Aber auch so, wie es vorliegt, wird es Schwachstromtechnikern als Einführung in die Fernmeldeschaltung gute Dienste leisten.

Ing. E. F. Petritsch.

Große Physiker. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Aus „Natur und Geisteswelt". 324. Bändchen. Zweite Auflage. Mit 6 Bildnissen. Leipzig und Berlin, Verlag von B. G. Teubner (geb. Mk. 1·50).

Das Büchlein, das gegenüber der ersten Auflage eine Bereicherung durch Aufnahme von Heinrich Hertz in die Reihe der großen Physiker Galilei, Newton, Huyghens, Faraday und Helmholtz erfahren hat, wendet sich in erster Linie, dem Charakter des Sammelwerkes, dem es angehört, entsprechend, an den gebildeten Laien, doch wird es auch dem Physiker oder Techniker von Fach willkommen sein, der sich rasch orientieren möchte. In lebendiger und anregender Weise wird das hauptsächliche Wirken und Werden der genannten Männer vor Augen geführt, die an der erstaunlichen Entwicklung der Physik und der von ihr befruchteten praktischen Wissenschaften — kann doch Faraday als Altvater der Elektrotechnik gelten — seit der zweiten Hälfte des XVI. Jahrhunderts einen hervorragenden Anteil genommen haben.

Bei dem glücklicherweise immer weitere Kreise erfassenden Interesse an guten populärwissenschaftlichen Darstellungen nicht nur der Physik sondern auch von deren Geschichte, die besonders geeignet ist, auf das mühevolle Ringen des Forschers noch Erkenntnis der Natur Licht zu werfen und das Verständnis der Naturgesetze zu fördern, wird sich auch die zweite Auflage des Bändchens über große Physiker des Anklanges erfreuen können, den es verdient.

Dr. Girtler.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 10 Seite 115.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seiden — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
Im Juni 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Sonderheft.
36. Jahrgang.

INHALT:

Der Entwurf des Gesetzes für die Elektrizitätswirtschaft Von Dr. A. v. Krasny I
Diskussion:
Direktor Ing. Karel IX
Dir. Ing. Kallir XII
Dir. Ing. Adler XV
Dr. Stark XVII
Dr. Schreiber XIX
Ob. Stb.-R. Ing. Engel XXI
Dr. Langer XXIII
Ob. B. Ing. Engelmann XXIV
Ing. Meyer XXIV
Ing. Stöger XXV
Dr. v. Krasny XXV
M. R. Ing. Scheichl XXVIII
Denkschrift XXVIII

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Der Entwurf des Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft.

Der Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft hat das allergrößte Interesse der Fachgenossen erweckt Um Gelegenheit zu geben, ihre Anschauungen über den Gesetzentwurf zum Ausdruck zu bringen, haben der Elektrotechnische Verein in Wien, die Fachgruppen der Bau- und Eisenbahningenieure, für Elektrotechnik und für Verwaltungs- und Wirtschaftstechnik des österreichischen Ingenieur- und Architekten Vereines, die Vereinigung österreischischer Elektrizitätswerke und der Wasserwirtschaftsverband der österreichischen Industrie gemeinsam eine Diskussion über den Gesetzentwurf veranstaltet. Die Einleitung dazu gab ein Vortrag des Herrn Sektionschef Dr. **A. von Krasny** in der unter dem Vorsitz des Herrn Direktor Ing. **H. von Sääf** am 21. Februar d. J. abgehaltenen Versammlung. Der Vortrag ist im Nachstehenden veröffentlicht. Anschließend daran sind die Ausführungen in der Diskussion wiedergegeben, die in den am 19. und 28. März d. J. unter dem Vorsitz des Herrn Ministerialrat Ing. **E. Scheichl** veranstalteten Vortragsabenden vorgebracht worden sind.

Zum Schlusse gelangt das Gutachten des Elektrotechnischen Vereines in Wien über den Gesetzentwurf als **Denkschrift** zur Veröffentlichung.

Sektionschef Dr. **A. v. Krasny:** Am 25. September 1917 hat der Ministerpräsident Dr. von Seidler den großzügigen und systematischen Ausbau der Elektrizitätsversorgung Österreichs zum wesentlichen Bestandteil des Wirtschaftsprogrammes der Regierung erklärt und die rasche Inangriffnahme der Vorarbeiten hiezu in Aussicht gestellt.

Am 3. Oktober 1917 wurde die Sektion für Elektrizitätswirtschaft im Ministerium für öffentliche Arbeiten gegründet; am 9. Oktober 1917 wurde von mir der Entwurf eines Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft dem vom Ministerpräsidenten eingesetzten Ministerkomitee (bestehend aus dem Ministerpräsidenten selbst, dem Minister für öffentliche Arbeiten, dem Ackerbauminister, dem Handelsminister, dem Finanzminister, dem Eisenbahnminister und dem Justizminister sowie den Ministerialreferenten) vorgelegt und sodann in einer Reihe von Sitzungen durchberaten.

Am 5. Februar 1918 wurde die Regierungsvorlage eines Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft im Abgeordnetenhause des Reichsrates eingebracht. (949 der Beilagen zu den sten. Prot. des Abg.-Hauses; XXII. Session 1918.)

Dem Entwurf, der in fünf Hauptstücke mit 44 Paragraphen zerfällt, sind erläuternde Bemerkungen nebst Anhang (250 Seiten) beigegeben. Der allgemeine Teil des Motivenberichtes behandelt die Fortschritte und Bedeutung der Elektrizitätsverwertung, den derzeitigen Zustand der Elektrizitätsversorgung in Österreich, die Aufgaben der Elektrizitätspolitik, die Organisation der Elektrizitätswirtschaft, die Aufgabe der Elektrizitätsgesetzgebung und die bisherigen gesetzgeberischen Versuche. Der besondere Teil enthält eine eingehende Begründung der einzelnen Bestimmungen des Gesetzes. Der erste Anhang gibt einen Auszug aus den wichtigsten ausländischen Gesetzbestimmungen und Vorschriften über elektrische Anlagen, der zweite Anhang eine Übersicht über die wirtschaftlichen Maßnahmen auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung in den deutschen Bundesstaaten.

Der Gesetzentwurf selbst ist in der Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien, E. u. M. 1918, Heft 6, abgedruckt. Dies erleichtert mir die Aufgabe, die Wechselrede über den Entwurf in der heutigen Versammlung einzuleiten, da es mich der Verpflichtung enthebt, die Bestimmungen des Entwurfes hier ausführlich darzulegen. Ich kann mich darauf beschränken, die leitenden Gesichtspunkte des Gesetzes hervorzuheben, die Absichten, von denen die Regierung hiebei ausgegangen ist, in schärfere Beleuchtung zu rücken, wobei ich bezüglich der Einzelheiten auf den Motivenbericht zu dem Gesetze verweisen darf, der einen unentbehrlichen Behelf für die Kritik und Würdigung des Entwurfes bildet.

Die Aufgaben der Elektrizitätspolitik und der Elektrizitätsgesetzgebung in Österreich ergeben sich aus der Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes der Elektrizitätsversorgung. Der Motivenbericht (S. 35) hebt drei charakteristische Merkmale der Elektrizitätswirtschaft in Österreich hervor:

1. Die geringe absolute und relative Intensität der Elektrizitätsproduktion und demgemäß des Elektrizitätsverbrauches;

2. die unvollkommene Ausnutzung vorhandener Kraftquellen;

3. das Mißverhältnis in der Größenordnung der Elektrizitätswerke, das Überwiegen der Kleinwerke und die Zersplitterung und Planlosigkeit im Ausbau der Elektrizitätsversorgung.

Ich verweise auf die Ausführungen daselbst und will nur in deren Ergänzung einige Schlaglichter auf den heutigen Zustand werfen.

Der erste Eindruck der hier ausgehängten Karte von Österreich (sie ist mir von Dr. Ing. Viktor Stöger zur Verfügung gestellt worden), auf der die öffentlichen

Digitized by Google

Elektrizitätswerke verzeichnet sind, ist, daß ein ziemlich dichtes Netz solcher Werke vorhanden sei. Es gibt in Österreich nach der Statistik des Elektrotechnischen Vereines von 1914 933 öffentliche Elektrizitätswerke. Es wäre aber irrig anzunehmen, daß durch diese Werke eine ausreichende und den wirklichen Bedürfnissen entsprechende Versorgung mit Elektrizität in Österreich erreicht wird.

Von diesen 933 Elektrizitätswerken, welche zusammen auf eine Gesamtleistung von 540 000 kW ausgebaut sind, ist der allergrößte Teil Klein- und Zwergwerke; 59% aller Werke haben eine Generatorleistung von weniger als 100 kW und bringen nur 4% der Gesamtleistung auf; weitere 39·5% der Werke haben eine Generatorleistung unter 5000 kW und bringen 46% der Gesamtleistung, schließlich 13 Werke (= 1·5% der Gesamtzahl) mit einer Generatorleistung über 5000 kW allein 215 150 kW, das ist 50% der Gesamtleistung, auf. An Großkraftwerken im eigentlichen Sinne des Wortes (über 50 000 kW) haben wir nur das der Gemeinde Wien und etwa, nach einem späteren Ausbau, das an der Cetina in Dalmatien gelegene Werk zu verzeichnen.

Während ferner die Karte, welche in einer der letzten Nummer der „Elektrotechnischen Zeitschrift" über die Versorgung Deutschlands veröffentlicht wurde, zeigt, daß bereits sehr große geschlossene Gebiete Deutschlands mit Elektrizität gedeckt sind und eigentlich nur zwei Provinzen — Posen und Schlesien — relativ weit zurückgeblieben sind, weist eine Elektrizitätskarte von Österreich, in der nicht nur die Werke, sondern auch die Versorgungsgebiete ersichtlich gemacht sind, weite leere Flächen auf, in denen die einzelnen mit Elektrizität gedeckten Gebiete nur als Oasen erscheinen.

Unsere Rückständigkeit ergibt sich auch aus Berechnungen Walter Conrads, des jüngst verstorbenen, um die Wasser- und Elektrizitätswirtschaft hochverdienten Fachmannes.

Conrad hat bekanntlich die Annahme aufgestellt, daß, um den bodenständigen und eingeführten Bedarf eines industriell und landwirtschaftlich entwickelten Gebietes an Elektrizität zu decken, im Durchschnitt die Anlagen eine Leistungsfähigkeit von 200 kW pro 1000 Einwohner haben müßten, eine Ziffer, die bei dem stetig steigenden Bedarf vielleicht für die heutigen Verhältnisse ausreichen, aber in Zukunft nicht genügen kann. Nach Conrad müßte daher für Österreich eine Leistung von rund 6 Mill. kW gesichert sein. Tatsächlich werden aber, wie erwähnt, in öffentlichen Elektrizitätswerken nur 0·5 Mill. kW aufgebracht; es ergäbe sich hieraus ein arges Elektrizitätsdefizit.

Ich möchte aber hier von einem Fehler warnen, der sich auch in ernsten Betrachtungen über die Elektrizitätsversorgung findet, das ist die Vernachlässigung der Eigenwerke. Es ist ein Fehler, bei den Angaben über die Elektrizitätsversorgung nur die öffentlichen Elektrizitätswerke, die Strom an andere abgeben, in Betracht zu ziehen [es sind die im Entwurfe (§ 1, Z. 1) als „Elektrizitätsunternehmungen" bezeichneten Werke]. Die „Eigenanlagen" das sind Anlagen, die zur Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie für eigene Zwecke (einer Industrie-, Verkehrs-, Bergwerksunternehmung) dienen (§ 1, Z. 2) umfassen aber zum Beispiel in Deutschland das vier- bis fünffache der Leistungen der öffentlichen Elektrizitätswerke. Will man ein richtiges Bild gewinnen, dann muß man auch bei uns die Eigenanlagen in einem gewissen Ausmaße, das ich etwa mit dem dreifachen der Leistungen der öffentlichen Werke annehmen möchte, einrechnen, so daß man die gesamte ausgebaute Leistung in Österreich mit 2 Mill. kW schätzen kann, somit etwa dem dritten Teile des Bedarfes.

Hiezu kommt, daß die einzelnen Gebiete Österreichs sehr ungleichmäßig versorgt sind. Selbstverständlich hat sich die private Unternehmertätigkeit vor allem den rentabelsten Konsumorten zugewendet, während die privatwirtschaftlich weniger lockenden, insbesondere die landwirtschaftlichen Gebiete bisher nur in geringem Maße in die Werbe- und Bautätigkeit einbezogen wurden.

Ein weiterer Mangel der österreichischen Elektrizitätswirtschaft ist die Zerfahrenheit der technischen Einrichtungen. Ich verweise in dieser Hinsicht auf den vor kurzem im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrag des Ingenieurs Spyri, in welchem bestätigt wurde, welche weitgehenden und unnötigen Verschiedenheiten der Spannungen, Periodenzahlen, Transformatoren usw. bestehen. Es ist daher die vom Elektrotechnischen Verein in Wien eingeleitete Aktion zur technischen Vereinheitlichung als höchst dankenswert zu begrüßen*).

Damit wäre eine wichtige Voraussetzung für die Erreichung jenes Zustandes gegeben, welcher heute wohl allgemein als das künftige Ideal der Elektrizitätswirtschaft anerkannt wird. Es ist dies ein „zusammenhängendes Netz von Kraftwerken, durch welches, mit Ausnutzung der Kraftquellen an den durch Natur und Wirtschaftlichkeit gebotenen Orten und Zufuhr der gewonnenen Energie an die Verbrauchsstellen in einem nach allen Seiten hin verzweigten System von Leitungen, die Produktions- und Lebensbedingungen für alle Teile des Staats- und Wirtschaftsgebietes möglichst verbessert und gleichmäßig gestaltet werden könnten". (Motivenbericht S. 45.) Die Aufgabe, welche sich die Wirtschaftspolitik und die Gesetzgebung zunächst stellen müssen, muß darauf gerichtet sein, auf diesen Zustand hinzuarbeiten; das Reichskraftnetz der Zukunft soll als eine Art Nervensystem des wirtschaftlichen Körpers von bestimmten Zentren aus jedem Teil lebendige Kraft zuführen. Dieser Endzweck der Elektrizitätswirtschaft gelangt in dem vorliegenden Entwurfe an verschiedenen Stellen zum Ausdruck (§ 2, § 7, § 41, dann § 5 und § 21).

Ich glaube, daß namentlich vom technisch-wirtschaftlichen Standpunkt es als außerordentlicher Fortschritt zu bezeichnen wäre, wenn dieser Grundgedanke des Gesetzes in Zukunft voll zum Durchbruch käme. Es bedarf in diesem Kreise keiner weiteren Ausführungen darüber, wie durch die Verkupplung der Elektrizitätswerke große Vorteile in bezug auf Ersparnis an Reserven, bessere Ausnutzung, Abflachen der Belastungskurven erzielt werden, welche nicht nur das Reinerträgnis der Werke verbessern, sondern auch dem Konsumenten zugute kommen können und sollen. (Motivenbericht S. 43, 44.)

Die Grundpfeiler des geschlossenen elektrizitätswirtschaftlichen Systems werden Großkraftwerke sein, welche durch ihre technisch-ökonomischen Vorzüge, so die Verringerung der Anlage- und Betriebskosten, die Verbesserung des Ausnutzungsfaktors usw. kleinen Werken überlegen sind, Großkraftwerke an geeigneten Kraftquellen und in der Nähe der großen Konsumgebiete. (Motivenbericht S. 43.) Jedoch ist es weder möglich noch wirtschaftlich erwünscht, die Zukunft ausschließlich auf die Großkraftwerke aufzubauen. Es werden auch in Zukunft, wie jetzt, mittlere Werke und Kleinwerke entstehen; das hängt von der Wirtschaftlichkeit der Kraftquellen und von dem Bedarf an einem bestimmten Orte ab. Man wird zum Beispiel nicht in einem entlegenen Alpen-

*) E. u. M. 1917, Seite 561; 1918, Heft 11, Seite 125.

Digitized by Google

tal warten, bis ein Großkraftwerk kommt, sondern wird die vorhandenen Kraftquellen ausnutzen. Wenn aber dann diese mittleren und kleinen Kraftwerke an das gemeinsame Netz angeschlossen werden, dann wird ihr eigener wirtschaftlicher Wert ein ganz anderer und höherer werden. Es wird dadurch ermöglicht werden, die Kraft sozusagen bis auf den letzten Tropfen auszunutzen, indem alle jene Werke, welche in das gemeinsame Netz arbeiten, durch die Verbindung mit den Großkraftwerken die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit ihres Betriebes erhöhen werden.

Auch die Eigenanlagen sollen durchaus nicht ausgeschaltet oder unmöglich gemacht werden.

In dem künftigen geschlossenen System der Elektrizitätswirtschaft sollen Großkraftwerke vereint mit kleinen und mittleren Werken sowie mit Eigenanlagen zusammenarbeiten, um dadurch die technisch und ökonomisch günstigste, gleichmäßige Versorgung des Wirtschaftsgebietes ohne Einseitigkeiten und ohne Eingriffe in bestehende Rechte und Interessen, ohne grundstürzende Veränderung gegebener Verhältnisse, ohne Vernichtung vorhandener Werte zu erreichen. (Motivenbericht S. 46.)

Wer kann und soll nun Träger der einheitlichen Elektrizitätspolitik sein? Soll der Staat, die Länder oder Gemeinden, soll das Privatunternehmertum den großzügigen Plan der systematischen Elektrizitätsversorgung des ganzen Wirtschaftsgebietes durchführen? Zweifellos hat das Genie der großen Techniker, die Energie der großen Organisatoren der Elektrizitätsindustrie diese zunächst auf privatwirtschaftlicher Grundlage zu ihrer überragenden Höhe hinaufgeführt. Im Motivenbericht (S. 47 ff) ist eine Darstellung der Entwicklung der Elektroindustrie Deutschlands in den letzten Jahrzehnten gegeben, die dies schlagend beweist. Es ist aber auch bekannt, wie die Notwendigkeit, die Straßen der Gemeinden zu benutzen, zu Vereinbarungen mit diesen und zu Interessenkoalitionen zwischen Privatunternehmungen und öffentlichen Verbänden geführt hat. (Motivenbericht, S. 53). Die Vereinbarungen (Straßenbenutzungs-, Konzessionsverträge), die hieraus entstanden sind, gehen in ihren Vorbehalten zu Gunsten der Gemeinden außerordentlich weit. Wenn Bestimmungen wie die dieser Verträge über die Tarifhoheit, über das Ablösungs- und Heimfallsrecht, die Gewinnbeteiligung, die Aufsicht in den Entwurf aufgenommen worden wären, wäre ein Sturm des Widerspruches entstanden; in diesen Vereinbarungen haben sich die Gemeinden Vorteile und Eingriffe in die freie Tätigkeit des Unternehmertums ausbedungen, hinter denen die Vorschriften des Entwurfes weit zurückstehen. Sind deshalb die Elektrizitätsunternehmungen an den Straßenbenutzungsverträgen zu Grunde gegangen? Ist nicht trotzdem ein großer Aufschwung der Stromlieferungsindustrie eingetreten? Dies wird bei objektiver Prüfung des Entwurfes in Erwägung gezogen werden müssen, ehe, wie dies schon geschehen ist, die Behauptung aufgestellt wird, daß er in den Vorschriften über die Pflichten der Unternehmungen industriefeindlich sei.

Meiner Überzeugung nach — und dies ist der zweite Grundgedanke des Entwurfes — liegt die Zukunft der Elektrizitätswirtschaft in einer Fortbildung des Zusammenwirkens der öffentlichen und privatwirtschaftlichen Kräfte, in einem Ausgleich der Interessengegensätze. Anhänger dieser Anschauung sind auch Männer, deren Autorität jeder Techniker und jeder Industrielle anerkennen wird. So hat vor allem Emil Rathenau diesen Standpunkt in seiner ganzen praktischen Tätigkeit und in den verschiedenen Schriften, so in den „Aufgaben der Elektrizitätsindustrie" und im Vorwort zur Schrift von Siegel: „Staat und Elektrizitätswirtschaft" vertreten*). Er hat mir gegenüber persönlich ausgesprochen, daß den öffentlichen Korporationen in der Elektrizitätsversorgung eine wichtige, führende Rolle zufallen könne und müsse.

Das bedeutet nicht das Staatsmonopol. Der Motivenbericht befleißt sich einer gewissen Ausführlichkeit in der Erörterung der Gründe für und gegen dieses. (S. 54 bis 59.) Für das Staatsmonopol spräche, daß der Staat das einheitliche geschlossene System der Elektrizitätswirtschaft unter Einbeziehung auch der privatwirtschaftlich weniger rentablen Gebiete am leichtesten und besten herstellen könnte, daß er die Kraftquellen hiefür besitzt oder vergibt, daß er selbst Großkonsument der Elektrizität ist und es noch mehr werden wird, wenn der elektrische Betrieb der Hauptbahnen zur Durchführung gelangt. Schließlich besteht vielfach die Hoffnung, daß durch die finanziellen Erträgnisse eines Elektrizitätsmonopols den sehr einnahmebedürftigen Staatsfinanzen zum Teil aufgeholfen werden könnte. Im Motivenbericht ist sehr eingehend gerade die finanzielle Frage behandelt. Es sind dort insbesondere Berechnungen von Klingenberg, Hartmann sowie von Aschoff über die finanziellen Wirkungen der staatlichen Elektrizitätsversorgung in Preußen wiedergegeben. Ich will nur einiges hieraus anführen.

Klingenberg berechnet die Anlagekosten für die von ihm geplanten 25 staatlichen Großkraftwerke mit 900 Mill., den jährlichen Reingewinn mit 41 Mill. Mark**).

Hartmann berechnet wohl eine Einnahme von 557 Mill. Mark, doch hauptsächlich aus der Kohlen- und Elektrizitätssteuer, so daß dies nicht als finanzielles Ergebnis eines Elektrizitätsmonopols angesehen werden kann.

Aschoff kommt zu dem Ergebnis, daß die Stromerzeugung als solche für den Staat keinen Gewinn abwerfen kann, sondern sich passiv gestalten würde; nur wenn die öffentlichen Verbände auch die Stromverteilung übernehmen, ergäbe sich ein jährlicher Überschuß von 164 Mill.***)

Für Österreich sind, wie der Motivenbericht S. 39 darlegt, die finanziellen Aussichten wohl noch schlechter. „Die größere und geographisch schwierigere Verhältnisse aufweisende Versorgungsfläche, wodurch namentlich infolge der Kosten des Fernleitungsnetzes nicht nur proportional, sondern progressiv höhere Gesamtkosten sich ergeben, die höheren Preise der Baustoffe und sonstigen Bauerfordernisse, insbesondere aber die Ungleichmäßigkeit des Elektrizitätsbedarfes und der bereits erreichten Elektrizitätsversorgung in den verschiedenen Landesteilen, dazu die viel verwickelteren wirtschaftlichen, politischen und nationalen Verhältnisse, dies alles sind Momente, welche für die Bilanz eines staatlichen Elektrizitätsmonopols in Österreich unstreitig noch viel ungünstigere Aspekte eröffnen als in den deutschen Ländern mit ihrer gleichmäßigeren, äußerst intensiven industriellen und landwirtschaftlichen Entwicklung, ihren günstigen geographischen Vorbedingungen und der bereits erreichten hohen Stufe der elektrischen Durchdringung des Landes."

„Ein staatliches Elektrizitätsmonopol in Österreich, etwa unmittelbar nach dem Kriege einrichten zu wollen, wäre demnach vor allem vom finanzpolitischen Standpunkte zweifellos ein äußerst gewagtes Experiment. Die Kapitalsaufwendungen wären selbst mit dem Maßstabe der Kriegsausgaben gemessen, sehr bedeu-

*) Vergl. E. u. M. 1915, Seite 527.
**) Vergl. E. u. M. 1916, Seite 335.
***) Vergl. E. u. M. 1918, Heft 9, Seite 110.

Digitized by Google

tende, die unmittelbare Rentabilität der Betriebe mehr als unsicher." (Prof. List in Brünn bezeichnet in seiner Schrift „Die Elektrizitätswirtschaft nach dem Kriege" ein Anlagekapital von 1·7 Milliarden für den Ausbau der Elektrizitätswerke in Österreich als erforderlich.)

Gerade das finanzielle Argument erscheint mir demnach als gegen ein staatliches Elektrizitätsmonopol entscheidend. Hingegen sind die übrigen Argumente gegen das Staatsmonopol nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Die stets gehörte Behauptung von der Minderwertigkeit der Staats- und Kommunalbetriebe gegenüber dem Privatbetrieb halte ich für grundsätzlich falsch. Ich darf in dieser Richtung die staatlichen Montanbetriebe namentlich die Petroleumraffinerie in Drohobycz anführen, welche tadellos arbeiten. Eine ganze Reihe von Kommunalbetrieben, insbesonders jener der Stadt Wien, leisten auch vom kommerziellen Standpunkt Vorzügliches. Allerdings mit einem veralteten Mechanismus der Staatsverwaltung, der nur für den das Ideal des Manchesterliberalismus darstellenden „Nachtwächterstaat" eingerichtet ist, kann auf wirtschaftlichem Gebiete nichts Großes geschaffen werden. Ich halte es aber, wie ich bereits in meinem Buche: „Die Aufgaben der Elektrizitätsgesetzgebung" (Wien 1910) und in anderen Schriften ausgeführt habe, für eine zwingende Aufgabe einer gesunden Staats- und Wirtschaftspolitik, den Staatsapparat wirtschaftlichen Aufgaben durch die Neuordnung der Organisation, durch äußere und innere Verwaltungsreform, durch Ausbildung seiner Beamten, durch angemessene Bezahlung derselben, durch kommerzielle Unabhängigkeit solcher Betriebe, durch ihre finanzielle Sonderstellung anzupassen. Dann werden auch Staatsbetriebe richtig funktionieren.

Daß die Regierungsvorlage die Möglichkeit offen gelassen hat, in ferner Zukunft zu einem geeigneten Zeitpunkte dem Staat ein größeres Betätigungsfeld in der Elektrizitätswirtschaft einzuräumen, ist ein zwingendes Gebot staatsmännischer Vorsicht. Wir wissen ja nicht, wie man in 60 Jahren über die Frage denken wird. Es wäre geradezu unverantwortlicher Leichtsinn, dem Staate die Türe hiezu zu versperren.

Auch ein Ländermonopol an Elektrizität ist viel erörtert worden. Es soll nachdrücklichst betont werden, daß die Bestrebungen der Länder, auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft aktiv aufzutreten, vollständig begründet sind, daß sie nicht nur das Recht, sondern auch die Pflicht hiezu haben. Die Vorarbeiten in dieser Beziehung in den einzelnen Ländern, wie Böhmen, Mähren, Niederösterreich, Steiermark, Vorarlberg usw. sind ganz ausgezeichnet und es ist selbstverständlich, daß man darüber nicht hinweggehen kann, sondern sie vielfach geradezu zur Grundlage der Aktion machen wird. Ein Ländermonopol aber halte ich für unmöglich, vor allem weil es selbstverständlich Werke geben muß, die ihre Tätigkeit über die Kronlandsgrenze hinaus ausdehnen, weil das Netz der zusammengeschlossenen Zentralen nach technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten, nicht nach historisch-politischen Individualitäten zu gestalten, die Vereinigung und das Zusammenarbeiten der Kraftquellen der verschiedenen Länder sicherzustellen sein wird. Die sonstigen Bedenken gegen die Ländermonopole sind im Motivenbericht dargelegt (S. 60), vor allem, daß die Länder auch finanziell schlecht abschneiden würden.

Gemeindewerke werden, wo sie rationell sind, weiter bestehen und — wie in Wien — auch über ihr Gebiet hinaus als Überlandzentralen sich entfalten. Gemeindewerke allein können aber — das bedarf keines Nachweises — nicht die planmäßige und vollständige Elektrizitätsversorgung sicherstellen.

So gelangt denn der Entwurf zu dem Ergebnisse: „Nicht in einer einseitigen und ausschließlichen Beherrschung der Elektrizitätswirtschaft durch den Staat, die Länder, die Gemeinden, einem Staats-, Landes- oder Gemeindeelektrizitätsmonopol, ebenso wenig aber auch in dem schrankenlosen, die Mittätigkeit der öffentlichen Faktoren negierenden oder zurückdrängenden Walten des Privatunternehmertums und des Privatkapitals liegt in der Gegenwart und für eine absehbare Zukunft sperioden die Lösung des organisatorischen Problems der Elektrizitäts politik; sie kann vielmehr nur in einer Zusammenfassung der Kräfte der Gemeinwesen und der Energien des privaten Unternehmungsgeistes, einem Zusammenwirken öffentlichen und privaten Kapitals, in einer Ausgleichung der gemeinwirtschaftlichen und privatwirtschaftlichen Interessen und Bedürfnisse gefunden werden". (Motivenbericht S. 60.)

Dieser Ausgleich und Zusammenschluß kann verschiedene Formen haben. Zunächst die Form der „gemischt-öffentlichen Unternehmung", bei der das Kapital von öffentlichen Verbänden und von Privaten aufgebracht und die Geschäftsführung zwischen ihnen geteilt wird (§ 2, Z. 4). Die gemischt-öffentlichen Unternehmungen haben namentlich in Deutschland eine außerordentliche Verbreitung gefunden. Ich erwähne die Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke und die verschiedenen bayrischen Unternehmungen. Reichsrat Oskar von Miller hat vor kurzem in diesem Saale den Plan der systematischen Versorgung auch des rechtsrheinischen Bayern (das linksrheinische Bayern ist durch die Pfalzwerke, ebenfalls eine gemisch-öffentliche Unternehmung, versorgt) durch das staatliche Walchenseewerk und durch das den Zusammenschluß der bayrischen Werke vermittelnde Bayernwerk als g. ö. U. entwickelt*). Die gemischt-öffentliche Unternehmung hat nach dem Entwurfe besondere Begünstigungen [Verlängerung der Konzessionsdauer auf 90 Jahre (§ 2), Vorrecht bei der Konzessionserteilung (§ 17)]. Die Tendenz des Gesetzes geht dahin, die gemischt-öffentlichen Unternehmungen in den Vordergrund der künftigen Organisation der Elektrizitätswirtschaft zu stellen. Meiner Meinung nach wird dieser Typus in Zukunft in Österreich vorherrschen; sehr viele Elektrizitätsunternehmungen werden in dieser Form geschaffen werden; große Projekte, welche im Werden sind, sind bereits auf dieser Grundlage aufgebaut.

Die Verwirklichung des Gedankens des gemischten Systems kann auch in der Weise stattfinden, daß sich Einzelunternehmungen verschiedener Form, private, staatliche, kommunale oder gemischt-öffentliche Werke selbst wieder zu höheren gemischt-öffentlichen Organisationen mit einem gemeinsamen Netz zusammenschließen, so daß der gemischt-öffentliche Charakter auch und besonders erst in dem Verbande zum Ausdrucke kommt. Für sehr aussichtsreich halte ich ferner auch in Österreich die Arbeitsteilung in der Art, daß sich Erzeugungs- und Verteilungsunternehmungen voneinander scheiden, wobei namentlich den Bezirken, Gemeinden und Verbänden solcher die Funktion der Abnahme der Energie aus dem Hochspannungsnetze und der Verteilung zufallen und damit ihr berechtigter Einfluß auf die Elektrizitätsversorgung in geeigneter Form ge-

*) Vergl. E. u. M. 1917, Seite 618.

Digitized by Google

wahrt werden könnte. In Böhmen sind verschiedene solche Leitungsunternehmungen im Entstehen begriffen.

Das Gesetz vermeidet aber grundsätzlich jede Einseitigkeit, jede Festlegung einer bestimmten Organisationsform; es läßt — bei aller offensichtlichen Neigung für das gemischt-öffentliche System — auch die Möglichkeit des Entstehens und Bestehens reiner Staats-, Landes-, Gemeinde- und Privatunternehmungen vollständig offen.

„Geschlossenheit des Zieles der einheitlichen, vollkommenen, gleichmäßigen und wirtschaftlichen Elektrizitätsversorgung, Freiheit in den Mitteln und Organisationsformen, mit denen diesen Zielen zugestrebt wird, soll der leitende Grundsatz der Elektrizitätspolitik sein." (Motivenbericht S. 68.)

Ich gehe nun zur Besprechung einzelner grundlegender Bestimmungen des Entwurfes über.

Der Schwerpunkt des Gesetzes liegt in den Elektrizitätsunternehmungen (§ 1). Für diese hat das Gesetz das Konzessionssystem angenommen. Man ist oft geneigt, in der Notwendigkeit der Erlangung einer „Konzession" für eine Unternehmung eine Einschränkung der Unternehmungsfreiheit zu erblicken und fürchtet, daß der Staat seine Macht, sein Ermessen über Gebühr ausnutze. Es darf aber nicht übersehen werden, daß vielfach geradezu das Bestreben der Industrie selbst zutage tritt, sich unter Konzessionszwang zu stellen, namentlich dort, wo an Stelle einer ungeordneten Wirtschaft eine Organisation aufgebaut, die wilde Konkurrenz eingeschränkt und die Produktion einer gewissen Regelung unterworfen werden soll. Im wesentlichen bedeutet übrigens die Konzessionspflicht bei den hydroelektrischen Anlagen keine Änderung, da diese auch heute der wasserrechtlichen Bewilligung bedürfen; bei den kalorischen Anlagen tritt die Konzession an die Stelle der bisherigen gewerberechtlichen Genehmigung. Diese ist aber juristisch nur eine „Polizeierlaubnis"; sie kann nicht zur Grundlage für besondere Rechte und für besondere Verpflichtungen der Unternehmungen gemacht werden. Will man — und das ist die Absicht des Gesetzes — die Elektrizitätsunternehmungen als besonders privilegierte Unternehmungen aus dem Kreise sonstiger gewerblicher und industrieller Betriebe herausheben und ihnen einen besonderen Rechts- und Pflichtenkreis zuweisen, dann müssen sie mit einer Konzession im strengen Sinne des Wortes versehen, mit einer Verleihung begabt werden (wie im Wasser-, Eisenbahn- und Bergrecht, Motivenbericht S. 61, 62, 69).

Wie ist nun die Erteilung der Konzession im Gesetze geregelt? Gestatten Sie mir zunächst etwas vorwegzunehmen und über das Verfahren zu sprechen. Die Erfahrungen, welche man mit dem bisherigen Verfahren bei der Gründung von Elektrizitätsunternehmungen gemacht hat, waren bekanntlich keine allzuguten. Das Gesetz hat sich bestrebt, in dieser Richtung Wandel zu schaffen.

Die Bestimmungen des Gesetzes über das Verfahren gehen (Motivenbericht S. 84) von dem Prinzip der Kompetenz- und Verfahrensvereinheitlichung aus, die im Eisenbahnrechte ihr altbewährtes Vorbild findet und unter dem Gesichtspunkte der technischen Einheitlichkeit der Unternehmungen und ihres wirtschaftlichen Zusammenhanges nicht zu entbehren ist. Die Kompetenz- und Verfahrenskonzentration enthält drei Hauptgrundsätze:

a) Kürzung des Instanzenzuges, Entscheidung durch die Zentralstelle als einzige Instanz (in der Regel nach vorausgegangener Verhandlung an Ort und Stelle unter Leitung der Lokalbehörde).

b) Zusammenfassung aller verwaltungsrechtlichen und Verwaltungsfragen in derselben administrativen Verhandlung und Entscheidung, das heißt Aufgehen der Einzelverhandlungen und Einzelentscheidungen über wasserrechtliche, baurechtliche, gewerberechtliche und ähnliche Fragen in der elektrizitätsrechtlichen Verhandlung und Entscheidung.

c) Zweckentsprechendes Zusammenwirken der beteiligten Zentralstellen bei der Entscheidung mit Vermeidung umständlichen und langwierigen Aktenganges, daher Herstellung des erforderlichen Einvernehmens auf kürzestem Wege.

Besonders ist die Zusammenfassung der elektrizitätsrechtlichen Verhandlung, und Entscheidung mit der wasserrechtlichen Verhandlung und Entscheidung hervorzuheben. Die Kompetenz- und Verfahrensvereinheitlichung ist vor allem in diesen Fällen dringend, da sonst bei der Dreizahl der Instanzen nach den geltenden Wasserrechtsgesetzen eine sehr bedenkliche Verzögerung und Behinderung gerade des Ausbaues der wichtigsten Anlagen eintreten müßte. Die materiellrechtlichen Bestimmungen der Wasserrechtsgesetze bleiben hiebei unberührt.

Ein Leitgedanke des Gesetzes ist ferner (Motivenbericht S. 85), Einzelvorschriften über das Verfahren, welche eine Verschleppung desselben mit sich bringen könnten, zu vermeiden und, selbstverständlich bei voller Beachtung der allgemeinen Grundsätze des Administrativverfahrens, den Behörden möglichst wenig Fesseln anzulegen, damit sie selbst sich dem einzelnen Falle anpassen und mit tunlichster Raschheit arbeiten können.

Es ist ferner daran festgehalten, daß nach außen hin die Staatsverwaltung als einheitliche Organisation aufzutreten hat, daß ihre häuslichen Streitigkeiten, die berüchtigten Kompetenzkonflikte, nach außen hin nicht hindernd und verzögernd wirken dürfen. Der Entwurf stellt sich in allen diesen Beziehungen auf den fortschrittlichsten Standpunkt der möglichsten Einfachheit, Schnelligkeit und Schlagfertigkeit des Verfahrens.

Daß die Projekte vom Ministerium geprüft werden, erachte ich als einen Vorteil gegenüber dem jetzigen Zustand. Es ist grundsätzlich meiner Anschauung nach falsch, darin, daß eine Sache durch drei Instanzen geschleppt wird, einen Nutzen zu erblicken, soweit es sich nicht um gerichtliches, sondern nur administratives Verfahren handelt. Bei aller Anerkennung der Unterinstanzen, insbesondere ihrer technischen Organe, muß man weiters doch zugeben, daß es nicht gut denkbar ist, die Organisation der systematischen Versorgung des ganzen Staates in die Hände von Lokalinstanzen zu legen. Die Zentralbehörde allein hat die nötigen Fachorgane und das Material zur Verfügung, um ihr Urteil sachgemäß und schnell zu fällen.

Nun kurz die materiell-rechtlichen Bestimmungen über die Konzession. Das Gesetz setzt als Dauer der Konzession bei Privatunternehmungen 60 Jahre, bei öffentlichen Unternehmungen obligatorisch 90 Jahre und bei gemischt-öffentlichen Unternehmungen fakultativ 90 Jahre fest. Erstreckungen der Konzession um längstens 30 Jahre sind vorgesehen. Die zeitliche Beschränkung der Konzessionsdauer wird wohl Gegner finden. Es sei aber darauf verwiesen, daß soweit es sich um hydroelektrische Anlagen handelt, diese Beschränkung schon nach den Wasserrechtsgesetzen gegeben ist, da diese auch nur auf Zeit, in der Regel auf 60 Jahre erteilt werden. Die Gleichstellung der kalorischen Zentralen mit den Wasserkraftzentralen ist aber gerechtfertigt und notwendig.

Man darf wohl auch annehmen, daß eine Konzessionsdauer von 60 oder 90 Jahren mit einer Erstreckung um 30 Jahre dem Unternehmungsgeist genügend Bewegungsfreiheit geben muß; in dieser Zeit kann das angelegte Ka-

Digitized by Google

pital ausreichend amortisiert und die Erwerbsmöglichkeit voll ausgenutzt werden. In Gemeindekonzessionen und in der ausländischen Gesetzgebung sind zumeist kürzere Konzessionen vorgesehen. Bei öffentlichen Unternehmungen ist eine längere Konzessionsdauer durch ihren Charakter geboten; auch bei gemischt-öffentlichen Unternehmungen wird sie in aller Regel auf dieselbe Zeit gewährt werden.

In dem Gesetze werden für die Elektrizitätsunternehmungen eine Reihe von Sonderrechten festgelegt, die ihnen gegenüber sonstigen Industrieunternehmungen eine prominente Vorzugsstellung geben.

Es sind dies:

1. Leitungsrechte (§ 3),
2. Enteignungsrechte (§ 4),
3. Ausschließlichkeitsrechte (§ 5) und
4. eine Reihe von Begünstigungen finanzieller Natur (§ 6).

Das Wegerecht ist im weitesten Umfange eingeräumt (§ 3) und damit eine Hauptforderung der Elektrizitätsindustrie erfüllt. Die Leitungsrechte werden (§ 4) durch das Enteignungsrecht ergänzt, welches sich nicht nur auf das Leitungsnetz, sondern auf die gesamten Anlagen erstreckt.

Diese Bestimmungen des Gesetzes werden vermutlich von den Elektrizitätsunternehmungen begrüßt, von anderer, nämlich von agrarischer Seite, welche sich gegen jede Eigentumsbeschränkung wehrt, angefochten werden. Gerade die Landwirtschaft wird aber namentlich nach dem Kriege, hauptsächlich wegen des Arbeitermangels und der Verringerung des Viehbestandes, Elektrizität dringend brauchen; es ist deshalb anzunehmen, daß schließlich auch diese Kreise sich mit den für die Entwicklung der planmäßigen Elektrizitätsversorgung unumgänglich notwendigen Eigentumsbeschränkungen abfinden werden.

Die Absatzsicherung für die Elektrizitätsunternehmungen (§ 5) ist in dem Sinne vorgesehen, daß, wenn eine Unternehmung in einem Gebiet besteht, in dieses ein anderes Unternehmen nicht eindringen kann, es sei denn, daß besondere öffentliche Interessen es erheischen und Konsumbedürfnisse vorliegen, welche das bereits bestehende Werk nicht befriedigen kann oder nicht befriedigen will.

Selbstverständlich mußten die bestehenden Gemeindewerke und auch jene Unternehmungen geschützt werden, welche mit den Gemeinden Verträge über die ausschließliche Benutzung der Gemeindewege geschlossen haben. Es wäre ein Rechtsbruch, wenn das Gesetz versucht hätte, diesen Konkurrenz zu schaffen. Es wäre auch wirtschaftlich verfehlt, dort, wo die Gemeindewerke ihre Funktion voll erfüllen, ihnen eine andere Unternehmung auf den Nacken zu setzen.

Dagegen hat das Gesetz nicht unterlassen können, den Unternehmungen ein Recht zuzugestehen, welches notwendig ist, um die Geschlossenheit der Elektrizitätsversorgung zu ermöglichen; das Durchleitungsrecht durch die Gemeindegebiete. Das bedeutet keine Belastung der Gemeinden und keine Schädigung berechtigter Interessen.

Ein weiterer Komplex von Rechten wird unter dem Namen der staatlichen Elektrizitätsförderung zusammengefaßt (§ 6). Hieher gehören vor allem finanzielle Begünstigungen, die notwendig sind, um einen entsprechenden Aufschwung der Elektrizitätsindustrie herbeizuführen. Eine solche Unterstützung ist besonders in der Anlaufzeit notwendig, in der eine Elektrizitätsunternehmung meist noch keine genügende Rentabilität aufweist. Das Gesetz sieht verschiedene Formen von finanziellen Erleichterungen und Begünstigungen vor. Die wichtigste Form ist die Beteiligung des Staates an der Kapitalsbeschaffung aber nicht durch Subvention à fond perdu, sondern durch Übernahme von Aktien oder Anteilen der Unternehmung. Die Übernahme von Aktien kann auch erfolgen gegen Apports der Staatsverwaltung, namentlich gegen Einbringung von ärarischen Wasserrechten, von Grund und Boden usw. Ferner sieht das Gesetz eine gewisse Ertragsgarantie vor, nicht in jenen Formen, mit denen bei den Eisenbahnen so üble Erfahrungen gemacht wurden, sondern in der Einschränkung auf einen Bruchteil des Anlagekapitals, welcher durch Obligationen oder Hypotheken beschafft worden ist. Das Gesetz geht von der Erwägung aus, daß eine allzuweitgehende Ertragsgarantie für den Staat sehr große und vielleicht unerträgliche Lasten zur Folge haben könnte, andernfalls die Unternehmung bei der Betriebsführung nicht die nötige Sparsamkeit würde walten lassen.

Eine sehr wichtige Bestimmung enthält das Gesetz über die Beteiligung des Staates an der Erbauung von Fernleitungsnetzen. Die Erbauung solcher Anlagen erfordert sehr große Kapitalien und da deren privatwirtschaftliche Rentabilität nicht von vornherein sichergestellt ist, bedürfen sie zweifellos einer staatlichen Unterstützung zum Ausbau. Unter Umständen wird die Staatsverwaltung solche Fernleitungsnetze auf eigene Kosten bauen.

Das Gesetz enthält ferner Bestimmungen, die sich auf die Kapitalsbeschaffung durch Obligationen beziehen. Nach den Ausweisen, welche über die deutschen Elektrizitätswerke vorliegen und im Motivenbericht abgedruckt sind (S. 48, 49), findet bei den deutschen Elektrizitätsunternehmungen in der Regel die Kapitalsbeschaffung durch Aktien und Obligationen im Verhältnis von 1 : 3 statt. In Österreich ist bekanntlich die Ausgabe von Obligationen von Industrieunternehmungen formell und auch materiell sehr erschwert. Das Elektrizitätsgesetz bemüht sich, die formellen Schwierigkeiten zu beseitigen und auch in materieller Beziehung Erleichterung zu schaffen. Ein Novum bildet die Passierbarkeit der Obligationszinsen in einem gewissen Ausmaß, das im Gesetz festgelegt ist (§ 6 h). Diese Bestimmung bedeutet einen Durchbruch des bisherigen Prinzips der Steuerpflicht von Obligationszinsen.

Diesem Komplexe von Sonderrechten stehen nun gewisse Pflichten der Elektrizitätsunternehmungen gegenüber. Das Gesetz unterscheidet zweierlei Gattungen solcher Pflichten. Es gibt Pflichten, die allen Unternehmungen obliegen und solche, welche nur gewissen besonders begünstigten Unternehmungen auferlegt werden. Zu den ersteren gehören gewisse Verbindlichkeiten technischer Natur (§ 7), die den Zweck haben, einen rationellen Ausbau der Werke und die Ausnutzung der Kraftquellen, vor allem die technische Einheitlichkeit und das Zusammenarbeiten der Werke zu sichern. Das Gesetz appelliert hiebei an die Mitwirkung der technischen Vereine und der Elektrizitätskommission.

Eine weitere Pflicht der Elektrizitätsunternehmungen bildet der Kontrahierungszwang, durch den den Abnehmern die dauernde Versorgung mit Elektrizität gesichert werden soll. Es kann nicht in das Belieben eines Werkes gestellt werden, seinen Betrieb einzustellen oder einem Abnehmer den Strom zu liefern oder zu verweigern. Vor allem wäre es höchst gefährlich, wenn eine differentielle Behandlung der Abnehmer zugelassen würde, wenn man etwa die Einführung von geheimen Refaktien zuließen, denn dadurch könnten die Konkurrenzbedingungen der von den Elektrizitätswerken abhängigen Industrien wesentlich

Digitized by Google

verschoben, unter Umständen geradezu die Existenz eines Unternehmens gefährdet werden. Allerdings geht das Gesetz nicht so weit, einer Elektrizitätsunternehmung den Anschluß aufzuerlegen, wenn die Rentabilität dauernd schlecht ist oder sie zu zwingen, mit einem zahlungsunfähigen Abnehmer einen Vertrag abzuschließen. Allen Abnehmern gleicher Kategorie muß aber der Strom zu den gleichen Bedingungen geliefert werden.

Eine weitere Bestimmung bezieht sich auf die Sicherung der militärischen Erfordernisse und die Deckung des Bedarfes für öffentliche Zwecke. Hiebei ist hervorzuheben, daß in der Konzessionsurkunde diese Verpflichtungen genau umschrieben werden müssen.

Die Ausfuhr von elektrischer Energie wird von der staatlichen Genehmigung abhängig gemacht.

Die nun folgenden Bestimmungen über Tarifhoheit, Gewinnbeteiligung, Ablösungs- und Heimfallsrecht werden vermutlich in der Diskussion den größten Raum einnehmen.

Wenn die Bestimmungen über die Tarife (§ 8) mit jenen der früheren Entwürfe und den Vorschriften verglichen werden, welche in den Gemeindekonzessionen enthalten sind, so zeigt sich ein bedeutender Unterschied. Die Tarifhoheit des Staates ist in der Regierungsvorlage genau umgrenzt und so gestaltet, daß die finanzielle Prosperität der Unternehmungen nicht nur nicht gefährdet werden, sondern im Gegenteil gesichert werden soll; es soll nur Auswüchsen der Preispolitik entgegengetreten werden können. Das Gesetz will keine Tarifwillkür des Staates, keinen Tarifabsolutismus, sondern setzt ganz bestimmte Grenzen für die staatliche Regulierung der Elektrizitätspreise fest. Es beläßt den Unternehmungen ein bestimmtes Reinerträgnis. Wie groß dieses Reinerträgnis sein soll, ist im Gesetz absichtlich nicht gesagt; dies wird in der Konzessionsurkunde festgestellt werden. Die Beurteilung wird sich nach den verschiedenen Verhältnissen richten; man kann nicht schablonenhaft alle Unternehmungen gleich behandeln. Es werden bei den Konzessionsverhandlungen mit den einzelnen Unternehmungen hiefür die Grundlagen zu finden sein, wobei nach den Ausführungen des Motivenberichtes auch periodische Revisionen und gleitende Skalen, etwa nach den Produktionskosten (Kohle), angewendet werden können. Die Tendenz des Gesetzes, die Lebensbedingungen der Unternehmungen nicht zu schädigen, tritt in der Bestimmung hervor, daß, wenn das Erträgnis das konzessionsmäßige Minimum nicht erreicht, die Unternehmung eine Erhöhung der Tarife verlangen kann. Dies wird namentlich jenen Unternehmungen zugute kommen, welche sich bei ihren Rentabilitätsberechnungen verrechnet haben oder vor unerwarteten Krisen stehen. Heute müssen die Elektrizitätsunternehmungen, durch langfristige Verträge gebunden, Preise aufrechterhalten, welche mit den Produktionskosten nicht im Einklange stehen. Wäre das Gesetz in Kraft, so wäre die Möglichkeit geschaffen, solche Schädigungen berechtigter Unternehmerinteressen durch staatliche Verfügungen auszugleichen. Anderseits ist dem Staate das Recht vorbehalten, die Tarife herabzusetzen; die Herabsetzung kann jedoch nicht stattfinden, wenn die Unternehmung nachweist, daß sie das konzessionsmäßige Erträgnis im Durchschnitte der abgelaufenen Geschäftsjahre nicht erreicht hat; schwache Jahre wirken weiter, bis sie ausgeglichen sind; es findet eine Kompensation der schlechten mit den guten Erträgnissen statt.

Die Gewinnbeteiligung des Staates tritt nur bei jenen Unternehmungen ein, welche besondere Rechte vom Staate in Anspruch nehmen, sei es, daß sie, über die Leitungsrechte hinaus, Enteignungsrechte oder eine Sicherung des Absatzgebietes oder finanzielle Begünstigungen begehren, sei es, daß sie um Wasserkräfte sich bewerben (§ 9). Diese Bestimmung wird wohl von manchen Kreisen stark angefochten werden. Es ist aber nach den durch die Finanznot des Staates hervorgerufenen Tendenzen der Gesetzgebung wahrscheinlich, daß die Gewinnbeteiligung des Staates an gewissen Unternehmungen in Zukunft eine große Bedeutung in der Staatswirtschaft gewinnen und die Elektrizitätsunternehmungen in dieser Hinsicht nicht vereinzelt bleiben werden. Die Gewinnbeteiligung ist nach dem Entwurfe so gestaltet, daß eine angemessene Rentabilität der investierten Kapitalien gesichert bleiben soll. Den Elektrizitätsunternehmungen soll mindestens ein Reinerträgnis von 6% des Unternehmungskapitals verbleiben; an dem Reingewinn über 6 und unter 10% ist der Staat mit einem Drittel, darüber hinaus mit der Hälfte zu beteiligen. Bei öffentlichen Unternehmungen tritt die Gewinnbeteiligung des Staates nicht ein, in der Erwägung, daß deren Erträgnisse ohnehin den Steuerträgern zugute kommen.

Das Ablösungsrecht (§ 10) ist ein unumgängliches Erfordernis einer vorsehenden Staatswirtschaft. Es werden unsere Nachfolger darüber zu entscheiden haben, ob sie die Ablösung vornehmen wollen und sollen oder nicht. Das Ablösungsrecht steht der Staatsverwaltung, wie die Gewinnbeteiligung, ebenfalls nur gegenüber den besonders begünstigten Unternehmungen zu. Das Prinzip für die Bestimmung des Ablösungspreises ist: Gegenwartswert im Zeitpunkt der Ablösung. Die Formen der Bestimmung des Ablösungspreises auf dieser Grundlage können verschieden sein: Anlagekapital nach Abschlag der Abschreibungen, Kapitalswert ermittelt aus den Reinerträgnissen der letzten Jahre oder Kombinationen (Anlagewert mit Berücksichtigung des Geschäftswertes). Die zu wählende Form wird im Einzelfalle bei den Konzessionsverhandlungen festzusetzen sein. Hiebei kann den berechtigten Ansprüchen der Unternehmungen Genüge geleistet werden. Gegenüber öffentlichen Unternehmungen kann die Staatsverwaltung sich ihres Ablösungsrechtes begeben. Hinsichtlich der Einzelheiten verweise ich auf Gesetz und Motivenbericht (S. 78 ff).

Das Heimfallsrecht (§ 12) tritt, wenn die Konzessionsurkunde nicht anderes bestimmt, zu Gunsten des Staates nach Konzessionsablauf ein. In dieser Zeit wird das Anlagekapital wohl abgeschrieben sein, die Unternehmungen sind ausreichende Zeit im Genusse ihrer Erträgnisse gestanden; andererseits ist die Möglichkeit geschaffen, daß automatisch nach einer allerdings langen Periode der gemeinwirtschaftliche Betrieb zur Geltung komme. Solche Heimfallsrechte sind auch in den Konzessionsverträgen der Gemeinden enthalten und von diesen vielfach ausgeübt worden.

Das Elektrizitätsbuch (§ 15) soll, wie das Eisenbahnbuch, die Kreditunterlage für die Ausgabe von Obligationen bilden dadurch, daß das ganze Unternehmen als rechtliche Einheit betrachtet wird; dies ist eine sehr wichtige Voraussetzung eines gesunden Elektrizitätskredites.

Hinsichtlich der bestehenden Anlagen und Unternehmungen war die Aufgabe des Gesetzes eine recht schwere; denn auf der einen Seite war es gewiß die Tendenz des Gesetzes, den bestehenden Unternehmungen ihren Rechtskreis vollständig zu wahren, auf der anderen Seite ist es wünschenswert, daß sich auch diese Unternehmungn mit der Zeit dem allgemeinen Elektrizitätswirtschaftsplan einfügen. Das Gesetz hat (§ 42) die bestehenden Eigenanlagen sofort dem Regime des Gesetzes unterworfen, da diesen nach dem Gesetze keine besonderen Lasten auferlegt werden. Bezüglich der bestehenden Elektrizitätsunterneh-

Digitized by Google

mungen ist bestimmt: Die Elektrizitätsunternehmungen bedürfen bei einer Erweiterung oder Änderung an und für sich nur einer Baugenehmigung, keiner neuen Konzession. Diese wird nur erforderlich, wenn sie Leitungsrechte oder Enteignungsrechte oder Ausschließlichkeitsrechte beanspruchen, eine Wasserkraft ausnutzen wollen oder finanzielle Begünstigungen anstreben. Durch die Erlangung der Konzession treten zunächst nur Verpflichtungen in technischer Hinsicht (§ 7) ein. Hingegen werden die Bestimmungen über die Konzessionsdauer, Tarifhoheit, Gewinnbeteiligung, über das Ablösungs- und Heimfallsrecht durch die Erteilung der Konzession für die Erweiterung nicht ohneweiters wirksam, sondern nur dann, wenn in Wahrheit eine neue Unternehmung, wenn auch im Zusammenhang mit der alten Unternehmung entsteht, das heißt, wenn der technische oder wirtschaftliche Charakter der Unternehmung geändert wird, wenn namentlich die ausgebaute Leistung auf das Doppelte oder um mehr als 20 000 kW erhöht wird.

Daß diese Bestimmung trotz ihrer Tendenz, wohlerworbene Rechte zu schützen, Anfechtungen begegnen wird, ist nicht ausgeschlossen. Es muß anerkannt werden, daß es ein berechtigtes Interesse der bestehenden Unternehmungen ist, nicht zur Verknöcherung verurteilt zu werden. Es ist versucht worden, im Gesetze einen Mittelweg zwischen diesen Interessen und dem Wunsche zu finden, nicht dauernd Ungleichmäßigkeiten im System der Elektrizitätswirtschaft zu erhalten. Ob dies ganz gelungen ist, bleibt dahingestellt.

Nun noch einige Worte über die Eigenanlagen. Diese wird man im zukünftigen Wirtschaftsplane nicht entbehren können. Allerdings soll dahin gestrebt werden, daß, wo es rationell ist, an die Stelle der Eigenanlagen der Anschluß an bestehende Elektrizitätswerke trete. Das ist kein unberechtigter Zwang gegenüber einzelnen Industriellen. Es ist vielmehr oft im eigenen Interesse der Industrie, denn die Erfahrung zeigt, daß in den meisten Fällen der Anschluß an eine Elektrizitätsunternehmung für den Industriellen größere Vorteile mit sich bringt als die Errichtung einer Eigenanlage. Er erspart durch den Anschluß die Anlagekosten, Betriebskosten, die Sorge um die Betriebsmittel, um die Arbeitskräfte. Außerdem hat er eine größere Sicherheit. Da aber bekanntlich der Industrielle seine Selbstständigkeit nur ungerne opfert, so soll in einer sehr schonenden Weise dafür gewirkt werden, daß er sich überlege, ob nicht der Anschluß an ein Elektrizitätswerk für ihn vorteilhafter ist als die Errichtung einer Eigenanlage. Daher soll das Ansuchen um die Errichtung einer solchen Anlage einem Vorprüfungsverfahren unterworfen werden (§ 27). Kann hiebei der Gesuchswerber nachweisen, daß der Anschluß für ihn nicht vorteilhafter wäre als eine Eigenanlage, oder auch, daß diese für ihn nur gleich rentabel wäre, dann muß ihm die Errichtung einer Eigenanlage bewilligt werden. Eine Verweigerung ist sonach nur dann möglich, wenn der Anschluß für ihn nachweisbar vorteilhafter ist als eine Eigenanlage.

Eigenanlagen sind nur dann konzessionspflichtig, wenn für sie Leitungsrechte in Anspruch genommen werden. Aber auch in diesem Falle werden sie den Beschränkungen der Konzessionsdauer, der Tarifhoheit, des Ablösungs- und des Heimfallsrechtes und der Gewinnbeteiligung des Staates nicht unterworfen. Die Eigenanlage bildet einen Bestandteil des industriellen Unternehmens und daher sollen auf sie diese Beschränkungen nicht angewendet werden. Für jene Eigenanlagen, die einen integrierenden Bestandteil von gewerblichen Unternehmungen bilden, nimmt das Gesetz in Aussicht, sie ganz außerhalb des Elektrizitätsgesetzes zu stellen (§ 28), sie sollen auch weiterhin bezüglich der Genehmigung nach dem Gewerberechte beurteilt werden, weil sonst, was ja das Gesetz vermeiden will, wieder zweierlei Kompetenzen zu entscheiden hätten und somit ein doppeltes Verfahren stattfinden müßte.

Die Bestimmungen über die Schadenverhütung beschränken sich im Wesen darauf, festzustellen (§ 37), daß die Unternehmungen verpflichtet sind, alles vorzukehren, um den Eintritt von Schädigungen zu vermeiden. Das Gesetz enthält aber nicht mehr, wie es in den früheren Entwürfen der Fall war, Bestimmungen über die Schadenersatzpflicht der Elektrizitätsunternehmungen nach dem Prinzipe der Betriebshaftung.

Damit schließe ich diese ganz flüchtige Übersicht. Ich verweise nochmals auf den Motivenbericht, dessen Kenntnis die Kritik und die Wechselrede wesentlich zu fördern geeignet ist; denn selbstverständlich sind ja viele Erwägungen, die in der Diskussion auftauchen werden, den Verfassern des Gesetzes nicht unbekannt gewesen. Ein Gesetz, das, wie das Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft, in so viele Interessenkreise eingreift, so weitreichende volks- und privatwirtschaftliche Wirkungen und Erfolge hervorbringen soll und muß, kann — das muß mit allem Nachdrucke hervorgehoben werden — nicht auf einseitiger Interessenpolitik der einen oder der anderen Gruppe aufgebaut sein, es muß notgedrungen Kompromißnatur haben. Wenn bereits in einer Kritik des Gesetzes dieses als ein „schillerndes Wesen" bezeichnet und gesagt wird, es vereinige die verschiedensten wirtschaftspolitischen Auffassungen und Ziele, so ist darin eher ein Lob als ein Tadel für den Verfasser des Gesetzes enthalten. Der Gesetzgeber muß an Stelle des Kampfes das Zusammenarbeiten, einen Ausgleich der Interessen zu setzen suchen. Dies will das Gesetz, so ist es aufzufassen. Und es verfolgt die entschiedene Absicht, „daß nicht Hemmnisse und Erschwernisse erhalten oder gar gesteigert werden dürfen, sondern daß das Gesetz, richtig aufgefaßt und durchgeführt, ein belebendes, vorwärtstreibendes Element der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft werden kann und soll" (Motivenbericht S. 63). Das Gesetz will, daß so bald wie möglich die neue verheißungsvolle Epoche der österreichischen Elektrizitätswirtschaft anbreche, die Arbeit und Gewinn für die Elektrizitätsindustrie und die Techniker, eine Bereicherung und Hebung der ganzen Volks- und Staatswirtschaft bringen muß. Hiefür ist das Gesetz eine Vorbedingung; es ist aber damit noch lange nicht alles geschehen; es bedarf der lebendigen Taten, zäher, organisatorischer und praktischer Arbeit, um die Gedanken des Gesetzes in Wirklichkeiten und greifbare Werte umzusetzen. Die Vorbereitungen hiezu sind getroffen, die Arbeit ist im Gange.

Möge nun die Kritik des Gesetzes mit voller Schärfe einsetzen — und es werden, ja, wie es im Wesen der Wechselrede liegt, in dieser die kritischen Betrachtungen überwiegen — mögen Einwendungen gegen dasselbe vorgebracht werden! Sie werden sicher sachlich geprüft werden. Das eine aber kann die Regierung schon jetzt für sich in Anspruch nehmen: Sie hat das Beste gewollt; ob sie es erreicht hat, wird die Zukunft lehren. Ich hoffe es. (Lebhafter Beifall und Händeklatschen.)

Digitized by Google

Diskussion:

Vorsitzender: Ministerialrat **Ing. Scheichl:**

Zur Beteiligung an der Wechselrede über den Gesetzentwurf, die Elektrizitätswirtschaft betreffend, als Anschluß an den vom Herrn Sektionschef Dr. v. Krasny über diesen Gegenstand am 21. Februar l. J. gehaltenen Vortrag haben sich bisher zwölf Herren gemeldet. Es war beabsichtigt, der Wechselrede von vornherein eine gewisse Planmäßigkeit zu geben. Die diesbezüglich eingelaufenen Schreiben der Herren Teilnehmer an der Wechselrede gaben hiefür jedoch nicht die gewünschte Unterlage. Ich werde mir daher erlauben die Herren nach der Reihenfolge, in welcher die Anmeldung erfolgte, zum Worte einzuladen.

Manche der Herren werden einzelne Punkte des Gesetzentwurfes und die Begründungen hiefür vom selben Gesichtspunkte aus beurteilen. In diesen Fällen darf ich wohl bitten, um eine Kürzung der Wechselrede zu erreichen, sich auf die Feststellung der Übereinstimmung mit den früheren Ausführungen zu beschränken. Außerdem würde ich bitten, formale Punkte, soferne sie nicht grundsätzlich zu Bedenken Veranlassung geben, Herrn Sektionschef Dr. v. Krasny auf kurzem Wege entweder mündlich oder schriftlich mitzuteilen. Der Herr Sektionschef wird sie gewiß gerne entgegennehmen.

Ing. Karel, Direktor der städtischen Elektrizitäts-Werke, Wien. Die Vereinigung österreichischer Elektrizitätswerke, welcher die bedeutendsten Elektrizitätswerke der Monarchie angehören, hat mich beauftragt, an der Hand eines Gutachtens, welches ich seinerzeit dem Ministerium für öffentliche Arbeiten über den vorliegenden Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft erstattet habe und mit welchem sie sich identifiziert, zu berichten. Das von der Regierung vorgeschlagene Gesetz erfüllt, das will die Vereinigung billigerweise vorweg anerkennen, die beiden Hauptforderungen der Elektrizität erzeugenden Industrien, indem es ein Leitungsrecht und ein Enteignungsrecht festsetzt; darüber hinaus bringt es noch die Sicherung des Absatzgebietes sowie die staatliche Elektrizitätsförderung, stellt den Elektrizitätsdiebstahl unter Strafsanktion und sieht auch das vielfach gewünschte Elektrizitätsbuch und eine die Regierung beratende Elektrizitätskommission vor. Trotzdem ist das vorgeschlagene Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft nach Ansicht der Vereinigung nicht das so sehnsuchtsvoll erwartete Elektrizitätsförderungsgesetz, und zwar deshalb nicht, weil es für jedes den Unternehmungen gemachte Zugeständnis derart schwere Pflichten auferlegt, daß die Nachteile die gewährten Vorteile weit überwiegen und daher befürchtet werden muß, daß im Falle der Gesetzwerdung der Regierungsvorlage nicht nur die Entstehung neuer und die Entwicklung bestehender Anlagen gehemmt, sondern auch die allmähliche Verkümmerung der bestehenden Elektrizitätsunternehmungen eintreten wird.

Die Regierungsvorlage verzichtet auf die sofortige Einführung des Staatsmonopols und will die Elektrizitätswirtschaft vorläufig der Initiative der Unternehmer, seien es nun öffentliche Korporationen oder Private oder Vereinigungen dieser beiden, unter eventueller Beteiligung des Staates überlassen, und zwar aus Gründen, die in dem Erläuterungsberichte zum Gesetze angeführt sind und von der Vereinigung gebilligt werden.

In der Voraussetzung aber, daß einmal eine Zeit kommen kann, in welcher die Bedürfnisse des Staates oder doch wenigstens die öffentliche Meinung ein derartiges Elektrizitätsmonopol erheischen, sind in den Gesetzentwurf eine Reihe von Bestimmungen aufgenommen worden, welche die Durchführung dieses Monopols zu einem beliebigen späteren Zeitpunkte ermöglichen sollen. Obwohl nun die Vereinigung begreiflicherweise keine Freundin des Staatsmonopols auf Elektrizität ist und sich von der Einführung desselben weder für den Staat noch für die Elektrizitätswirtschaft etwas erwartet, will sie doch gegen dieses Bestreben der Regierung keine Einwendung erheben, wohl aber gegen die angewendeten Mittel. Diese Mittel würden nach ihrer Ansicht die gesamte Elektrizitätswirtschaft förmlich in Fesseln schlagen. Die freie Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft würde vorüber sein, und in Hinkunft nur in einer beengend knappen Form erfolgen können. Vom Staate auf Schritt und Tritt beaufsichtigt und gegängelt, behütet vor Verlusten, aber auch geschützt vor Gewinnen (Heiterkeit), werden die Unternehmungen langsam blutarm werden, auch wenn der Staat zu ihrer Aufpäppelung von der in Aussicht gestellten Kapitalsbeteiligung, den Steuerbegünstigungen usw., den weitestgehenden Gebrauch machen würde, woran wir aber füglich zweifeln können.

Wie ich schon erwähnte, gewährt das Gesetz nichts ohne schwerst erfüllbare Gegenleistung zugunsten des Staates. Es soll ein Förderungsgesetz sein und vergißt, daß derjenige, der fördern soll, auch verstehen muß, zu geben. Das Gesetz bringt nicht einmal soviel Großmut auf, daß das die Voraussetzung einer gedeihlichen Elektrizitätswirtschaft bildende Leitungsrecht ohne Gegenleistung gewährt wird. Es muß dafür die Tarifhoheit in Kauf genommen werden. Macht eine Unternehmung vom Enteignungsrechte Gebrauch, dann muß sie sich die Gewinnbeteiligung des Staates, sein Ablösungsrecht und den unentgeltlichen Heimfall gefallen lassen. Alle Elektrizitätsunternehmungen aber und selbst jene, welche keine der Begünstigungen des Gesetzes in Anspruch nehmen, indem sie vorziehen ihren gegenwärtigen Zustand nicht mehr abzuändern und sich förmlich zu versteinern, müssen sich ein beispiellos weitgehendes Aufsichtsrecht des Staates gefallen lassen.

Neu zu gründende Unternehmungen — es werden ihrer gewiß nicht zuviele sein, wenn das Gesetz nicht in wesentlichen Belangen geändert wird — können wenigstens dadurch eine Entschädigung finden, daß sie die im § 6 vorgesehene staatliche Elektrizitätsförderung oder eine öffentliche Wasserkraft in Anspruch nehmen und sich ein Versorgungsgebiet zuteilen lassen. Die bestehenden Werke, und dies gilt ganz besonders für die bisher blühenden Unternehmungen der Gemeinden, erhalten durch das Gesetz nicht nur keinen Vorteil, sondern werden rücksichtlos vergewaltigt.

An der Hand eines Beispiels sei mir gestattet zu zeigen, welche Konsequenzen der Gesetzentwurf für bereits bestehende Unternehmungen nach sich ziehen würde. Die Stadt Wien, welche in ihrem Elektrizitätswerke ungefähr 128 000 kW, das sind 200 000 PS, installiert hat und im Begriffe ist, diese Kraftleistung noch um weitere 17 000 kW auf 145 000 kW zu erhöhen, wird sich hüten müssen, in Wien ein längeres Kabel, das gewiß eine Reichsstraße oder Eisenbahngrund in Anspruch nehmen müßte zu legen und so das Leitungs- eventuell auch das Enteignungsrecht in Anspruch zu nehmen, weil sie dann gemäß § 42 des Gesetzentwurfes eine neue Konzession erwerben müßte und diese eine zeitlich beschränkte sein würde, wenn die Werke um mehr als 20 000 kW vergrößert werden würden. Vor einer solchen Vergrößerung, welche bisher alle zwei bis drei Jahre nötig war, um den Bedarf an Elektrizität in Wien zu decken, müßte sich die Gemeinde Wien in Zukunft hüten, weil nach Ablauf der Konzessionsdauer die Werke, in welchen heute schon mehr als 150 Mill. Kronen investiert sind, unentgeltlich an den Staat fallen würden, der dieselben übrigens auch schon früher auf Grund des Ablösungsrechtes erwerben könnte. Zu all dem müßte die Gemeinde aber auch noch die Tarifhoheit des Staates hinnehmen. Obwohl nun der Staat gegenüber der Gemeinde auf sein Ablösungs- und Heimfallrecht verzichten kann, wird sich die Gemeinde doch nicht darauf verlassen können, und da sie absolut nicht in der Lage ist, den Entfall der Einnahmen aus dem Elektrizitätswerke, die ungefähr 12 Mill. Kronen jährlich betragen, zu verschmerzen, wird sie es unter allen Umständen zu vermeiden trachten, vom Leitungsrecht Gebrauch zu machen und wenn sie dies einmal tun müßte, dann wird sie ihre Anlagen gewiß nicht über die erlaubten 20 000 kW hinaus vergrößern. Was dies aber für Konsequenzen für die Bevölkerung der Stadt, für die Geschäftsleute, Gewerbetreibenden und Industriellen haben würde, brauche ich nicht auszumalen.

Um die Einnahmen aus den Elektrizitätswerken nicht zu verlieren, darf die Gemeinde auch nicht die von den privaten Elektrizitätsgesellschaften übernommenen, längst veralteten, unrationell arbeitenden Anlagen etwa durch Übergang auf ein besseres Stromerzeugungssystem verbessern. Sie darf sie auch nicht stillsetzen und den Strom von einer Wasserkraftanlage beziehen, denn sie würde ja hiedurch „die technischen Grundlagen der ursprünglichen Anlagen wesentlich verändern" und zum Lohne dafür eine beschränkte Konzessionsdauer mit der Tarifhoheit des Staates und dessen Ablösungsrecht sowie den unentgeltlichen Heimfall hinnehmen müssen. Noch schlimmer ginge es den städtischen Elektrizitätswerken, wenn sie nicht eine öffentliche, sondern eine gemischtöffentliche oder private Unternehmung wären. Solchen Unternehmungen gegenüber darf der Staat auf das Ablösungs- und Heimfallsrecht nicht verzichten. Ihnen gegenüber macht er auch das Recht der Gewinnbeteiligung geltend, die, im Falle der Wiener Werke nach Millionen zählen würde, obwohl er weder für das Zustandekommen des Werkes noch für das Gedeihen desselben irgend etwas geleistet hat. Denken Sie nun einmal an die vielen alten Elektrizitätswerke in den kleinen Städten und auf dem Lande, an die Gleichstromanlagen, die längst veraltet sind und heute zumeist unter größter Kohlenverschwendung unrationell arbeiten und deren Beseitigung das Gesetz doch durch den Anschluß an die projektierten Großkraftwerke, insbesondere die Wasserkraftanlagen, zu fördern bestimmt ist. Sie werden sich hüten den Eigenbetrieb aufzulassen und an eine Überlandzentrale anzuschließen, wenn ihnen das Ablösungsrecht und der unentgeltliche Heimfall droht. Wie will man aber Großkraftwerke und Überlandzentralen, die das Gesetz ja fördern will, bauen, wenn man ihrer Entwicklung durch derart schädliche Bestimmungen so argen Abbruch tut! Die Vereinigung bedauert, daß die Bestimmungen des § 42 in ein Gesetz aufgenommen werden konnten, welches ein Elektrizitätsförderungsgesetz sein soll. Sie sind das größte Hindernis für ein Aufblühen der Elektrizitätswirtschaft und werden eine Versteinerung der alten bestehenden Werke mit allen ihren Folgeerscheinungen, insbesondere aber der unrationellen Arbeit und der Kohlenverschwendung, mit sich bringen.

Digitized by Google

Die Vorschriften des Gesetzes über die Tarifhoheit, über das Ablösungs- und Heimfallrecht führen auch zu recht unangenehmen Konsequenzen für jene Gemeinden, welche kein eigenes Werk besitzen, sondern irgend einer Privatunternehmung vertragsmäßig die Stromlieferung im Gemeindegebiete gegen Festsetzung der Tarifhoheit der Gemeinde sowie eines Ablösungs- und Heimfallrechtes übertrugen. Die betreffende Unternehmung braucht bloß vom Leitungs- oder Enteignungsrechte Gebrauch zu machen oder eine Wasserkraft zu erwerben, um eine neue Konzession zu bekommen, mit welcher die Tarifhoheit an den Staat übergeht und die auch die Gewinnbeteiligung des Staates und dessen Ablösungs- und Heimfallsrecht mit sich bringt, wenn die betreffende Unternehmung ihre Anlage um mehr als das Doppelte vergrößert oder den Anschluß an ein Überlandkraftwerk vornimmt und dadurch die technischen Grundlagen ändert. Eine solche Vergrößerung wird während der 60- bis 90jährigen Konzessionsdauer aber bei jedem Elektrizitätswerke eintreten. Die betreffende Unternehmung fällt denn nach Ablauf der Konzessionsdauer unentgeltlich dem Staate anheim, statt der Gemeinde unter entsprechenden Ermäßigungen abgelöst zu werden, von deren Entschädigung der Gesetzentwurf mit keinem Worte spricht. Diese Unbilligkeit gegenüber den Gemeinden durchzieht wie ein roter Faden das ganze Gesetz; sie findet ihren Ausdruck auch in den Bestimmungen über das Leitungsrecht. Im Absatz 3 dieses Paragraphen wird nur den Eigentümern privater Liegenschaften, wenn sie dies im Genehmigungsverfahren verlangen, eine Vergütung für die Benutzung ihres Grundes zur Leitungsführung zugesprochen. Den Gemeinden bezw. öffentlichen Korporationen, welche die Straßen, die durch die Leitungsherstellung doch beschädigt werden, erhalten müssen, wird keine Vergütung zugesprochen, sondern sie können allenfalls auf Grund des Absatzes 8 fallweise ihre Ansprüche bei den ordentlichen Gerichten geltend machen. Das ist eine Benachteiligung der Gemeinden und autonomen Körperschaften, aber auch eine Beeinträchtigung des Konzessionswerber, weil es keine autonome Körperschaft unterlassen wird, dieses Klagerecht geltend zu machen, um die Entschädigung auf gerichtlichem Wege zu erlangen, und infolgedessen von dem Konzessionswerber auch noch die Gerichtskosten zu tragen sein werden.

An dem in so mancher Hinsicht unerwünschten Effekte des Gesetzes ist meiner Ansicht nach die Gefolgschaft schuld, welche es den Schlagworten von der Tarifhoheit, Gewinnbeteiligung und dem unentgeltlichen Heimfall an den Staat leistet. Obwohl diese Gefolgschaft sehr weitgehend ist, geht sie doch nicht bis ans Ende und führt zu unlogischen Erscheinungen und Ungleichheiten in der Behandlung der Eigenanlagen einerseits und der Unternehmungen andererseits. Ein beliebiger Industrieller kann das Leitungs- und Enteignungsrecht für seine eigene Anlage beanspruchen, ohne sich eine Einflußnahme des Staates auf die Verkaufspreise oder gar eine Gewinnbeteiligung, das Ablösungs- oder Heimfallsrecht gefallen lassen zu müssen, während diese Lasten den Elektrizitätsunternehmungen auferlegt werden, obwohl diesen zweifellos ein gemeinnützigerer Charakter innewohnt und ihnen deshalb nach dem allgemeinen Rechtsempfinden eine größere Förderung und Unterstützung des Staates zuteil werden sollte, als den rein privaten Erwerbszwecken dienenden Eigenanlagen. Der Gesetzentwurf macht es gerade umgekehrt; er unterstützt jene Industrien, deren durch keine staatliche Vorschriften begrenzter Gewinn in die Taschen der Eigentümer bezw. Aktionäre fließt; er gibt ihnen öffentliche Wasserkräfte für ihre Elektrizitätsanlagen, ohne sie zu verhalten, eine Konzession nach dem Elektritätsgesetze zu erwerben und dort, wo sie infolge Inanspruchnahme des Leitungs- und Enteignungsrechtes konzessionspflichtig werden, erhalten sie im Gegensatze zu den Unternehmungen eine unbefristete Konzession.

Die im Gesetze festgelegte Tarifhoheit des Staates hält die Vereinigung für eine der bedenklichsten Bestimmungen des Gesetzes. Sie kann die Bemerkung nicht unterdrücken, daß es vor allem gar nicht einzusehen ist, warum der Staat gerade bei der Elektrizität einen Einfluß auf die Preise gewinnen will. Von der Plattform gewisser politischer Anschauungen aus erscheint diese Einflußnahme des Staates auf die Preisbildung allerdings verständlich, aber doch gewiß nicht nur in dem vereinzelten Falle der Elektrizitätsunternehmungen, sondern doch ganz allgemein, und am weitestgehenden wäre wohl das Interesse der Bevölkerung an einer Einflußnahme auf die Verkaufspreise jener Gegenstände, die jedermann braucht, wie zum Beispiel der Lebensmittel oder der Kohle. Fast sieht es so aus, als ob hier ein Blitzableiter gesucht würde! Wenn die Elektrizitätswerke jemals große Gewinne erzielt hätten, wenn sie während des Krieges imstande gewesen wären, ihre Dividenden so zu steigern, wie andere Betriebe, dann wäre allenfalls ein Schein von Berechtigung für die Tarifhoheit in der vorgeschlagenen Form vorhanden. In Wirklichkeit gehören die Elektrizitätswerke aber zu jener kleinen Zahl von Unternehmungen, welche ihre Preise nur in der unumgänglichst notwendigen Weise erhöhten und deren Dividenden zum größten Teil eine Verminderung oder doch wenigstens keine Steigerung erfahren haben. Hingegen aber haben die Elektrizitätswerke in der opferwilligsten Weise nicht nur durch Ausführung von Vergrößerungen, deren Kostspieligkeit von vornherein ihre Rentabilität in Frage stellt, getrachtet, den erhöhten Anforderungen des Krieges gerecht zu werden und sehr häufig unter Übernahme großer Risken ihre Anlagen mitten im Kriege umgebaut, um das in ihnen vorhandene Kupfer und Blei dem Heere zur Verfügung zu stellen. Die Elektrizitätsunternehmungen sind kein Nutznießer des Krieges und zusammen mit den Gaswerken ein leuchtendes Beispiel dafür, daß bei geregelter und intensiver Wirtschaft und Betätigung des Gemeinsinnes unmäßige Preissteigerungen, wie sie zum Schaden des Volkes leider fast überall eingetreten sind, vermieden werden können. Aber auch dort, wo Gemeinden Eigentümer von Elektrizitätswerken sind und es behufs Hereinbringung der gewaltigen, durch den Krieg verursachten Gemeindeauslagen berechtigt gewesen wäre, ähnlich, wie es der Staat mit den von ihm monopolisierten Betrieben gemacht hat, einen Teil dieser Kosten durch Erhöhung der Strompreise zu decken, ist das nicht geschehen. Die Werke haben nicht einmal soviel erhöht, als ihre Einnahmen gesunken sind. Das Verlangen des Staates nach der Tarifhoheit erweckt nun den Anschein, als ob in dieser Hinsicht an den bestehenden Werken etwas auszusetzen wäre, und ich habe deshalb die Gelegenheit ergriffen, um hier im Namen aller bestehenden Elektrizitätswerke die Sachlage klarzustellen.

Wenn aber die Tarifhoheit des Staates schon einmal festgesetzt sein muß, dann möge dies unter Berücksichtigung nachfolgender Leitsätze erfolgen:

Bei Unternehmungen, welche von den Bestimmungen über die staatliche Elektrizitätsförderung Gebrauch machen oder aber eine Konzession für eine öffentliche Wasserkraft beanspruchen, kann die Tarifhoheit des Staates gewissermaßen als begründet angesehen werden, weil sie ja die finanzielle Hilfe des Staates oder öffentliches Gut in Anspruch nehmen. Sie könnte schließlich auch Unternehmungen gegenüber Anwendung finden, welche über ihre eigene Bitte — ein eigenes Versorgungsgebiet und somit ein Monopol erhalten. Es ist aber absolut nicht einzusehen, warum Unternehmungen der Tarifhoheit unterworfen werden sollen, welche auf das Leitungs- oder Enteignungsrecht und dies vielleicht nur in vereinzelten Fällen, Anspruch erheben.

Zu der Tarifhoheit möchte ich auch noch bemerken, daß es unzweckmäßig erscheint, in der Konzesionsurkunde die Mindesthöhe des Reingewinnes zu bestimmen und von dieser Höhe die Verkaufspreise der Elektrizität abhängig zu machen. Es handelt sich ja um eine 60- bis 90jährige Konzessionsdauer, und in dieser langen Frist kann man die Höhe eines angemessenen Reingewinnes nicht bestimmen. Es sollte deshalb in der Konzessionsurkunde nicht die Höhe des Reingewinnes bestimmt, sondern eine Relation zwischen dem Reingewinne der Unternehmung und dem Ertrage der Staatsrente oder dem Bankzinsfuße aufgestellt werden, derart, daß, wenn der in Prozenten vom Unternehmungskapital ausgedrückte Ertrag des Unternehmens das Anderthalbfache des Bankzinsfußes durch zwei aufeinanderfolgende Jahre nicht erreicht oder im Mittel der abgelaufenen Geschäftsjahre überschreitet, von der Unternehmung eine Tariferhöhung angesprochen bezw. vom Staate eine Tarifherabsetzung verlangt werden kann. Die Vereinigung der Elektrizitätswerke muß auch darauf aufmerksam machen, daß die Möglichkeit, die Strompreise von staatswegen erhöhen zu lassen, gerade kein Anreiz für eine sparsame Wirtschaft ist, und hierauf möchte ich namentlich mit Rücksicht auf die geplanten gemischt-wirtschaftlichen Unternehmungen hinweisen. Diese Unternehmungen sind eine terra incognita, man weiß nicht, was damit sein wird. Aber immerhin ist die Erwägung nicht von der Hand zu weisen, daß diese Unternehmungen, wenn sich daran Staat und Länder beteiligen, sehr leicht zu politischen Werkzeugen ausgestaltet werden könnten und sich unter Umständen nicht die gebotene Reserve bei Investitionen und die nötige Sparsamkeit im Betriebe auferlegen werden, wenn sie die Möglichkeit bekommen, die Preise jederzeit erhöhen zu können. Sie werden geneigt sein, um so weniger sparsamer zu wirtschaften, wenn ihnen der Staat überdies vielleicht auch noch die Zinsengarantie leistet, obwohl sie vorschussweise erfolgt; der Staat andererseits wird, um Zuschüsse zu ersparen, eher geneigt sein, Preiserhöhungen zu bewilligen. Bei einer solchen Wirtschaft könnte die Tarifhoheit des Staates für einzelne Länderteile ganz hübsche Strompreise mit sich bringen. Eine Erhöhung der Tarife müßte daher im Sinne des Vorhergesagten an den Nachweis geknüpft werden, daß nicht mangelhafte Wirtschaft an dem Sinken des Gewinnes Schuld trägt.

Ich möchte nicht auf jedes Detail der Bestimmungen über die Tarifhoheit eingehen, muß aber doch noch erwähnen, daß im Punkte 6, in welchem die Unternehmungen verhalten werden, über Auftrag der Staatsverwaltung bei Notständen begünstigte Tarife zu gewähren, ein großes Unrecht insbesonders gegenüber den bestehenden Unternehmungen liegt. Diese Bestimmung ist diesen gegenüber ganz unhaltbar. Aber auch Unternehmungen, die vom Staate eine finanzielle Förderung genießen, können zu Riesenverlusten kommen,

Digitized by Google

wenn diese Bestimmung des Gesetzes in halbwegs wirksamer Weise durchgeführt würde. Ich muß hervorheben, daß überhaupt nur bei wenigen Industrien und Gewerben der Preis des elektrischen Stromes für die Rentabilität des betreffenden Betriebes in erster Linie maßgebend ist; dies ist nicht einmal bei Eisenbahnen der Fall, wohl aber bei solchen Betrieben, wo die Elektrizität Betriebsstoff ist, wie bei der chemischen und metallurgischen Industrie. Es wäre aber doch ungerecht, wenn für den Notstand dieser Industrien etwa die ihr Strom liefernden Wasserkraftzentralen aufkommen müßten. Das scheint wohl Stimmungsmache auf Kosten der bestehenden Elektrizitätswerke. Bei Notständen soll eben der Staat helfen, nicht aber die Elektrizitätswerke, am allerwenigsten die schon bestehenden Werke, die für das Gesetz nichts können.

Noch bedenklicher als die Bestimmungen über die Tarifhoheit sind die Bestimmungen über den Heimfall, der unentgeltlich sein soll und das Ablösungsrecht des Staates. Ein unentgeltlicher Heimfall liegt gar nicht im Interesse des Staates, denn der Staat würde, weil keine Unternehmung in den letzten Jahren vor Konzessionsablauf etwas investieren oder an ihren Anlagen verbessern würde, einfach altes Gerümpel übernehmen müssen, das gerade noch betriebsfähig ist, das er aber sofort beseitigen müßte, wenn er den Betrieb des betreffenden Werkes noch weiterführen wollte. Um dies zu vermeiden, hätte eine Übergangszeit festgelegt werden sollen, während welcher Investitionen der Unternehmungen der staatlichen Genehmigung unterliegen, wogegen sich der Staat zu verpflichten hätte, jenes Kapital, das zur Zeit der Übernahme der Werke noch nicht abgeschrieben ist, zu entschädigen. (Sektionschef Dr. v. Krasny: „Das ist im Gesetze ohnehin enthalten".)

Bei allen Bestimmungen, die für die Unternehmungen gut sein könnten, heißt es im Gesetze auch hier, es „kann" entschädigt werden, wir sind aber ängstlich, denn wir wissen nicht, wer der Staat in 60 Jahren und vielleicht noch früher sein wird, wir wollen daher haben, daß eine solche Verpflichtung präzise im Gesetze steht. (Lebhafte Zustimmung.)

Ich bin der Ansicht, daß der Heimfall eine innere Berechtigung nur dann hat, wenn es sich hiebei um Anlagen handelt, die auf öffentlichem Gut errichtet sind, oder wenn es sich um eine Wasserkraftanlage handelt, und billiger Weise sollten die bezüglichen Anlagen an denjenigen heimfallen, dem das öffentliche Gut gehört, die Wasserkraftanlagen also dem Staate, die Leitungen dem Staate bezw. den Korporationen, welchen die Straßen gehören. Da aber damit dem Staate nicht gedient wäre, weil er ja die Unternehmungen in die Hand bekommen und betreiben will, so möge er auf einen Heimfall überhaupt verzichten und nur ein Ablösungsrecht des Staates vorsehen. Da ein vollkommen unentgeltliches Heimfallrecht ohnehin praktisch unmöglich ist, wird das Ablösungsrecht denselben Effekt für den Staat haben, wenn man es richtig aufbaut, ohne die gleichen Schwierigkeiten bei der Konstruktion des Gesetzes zu schaffen, wie der unentgeltliche Heimfall.

Das Ablösungsrecht wäre so auszugestalten, daß während der Konzessionsdauer, aber nicht früher als nach 25 bis 30 Jahren, die Ablösung durch den Staat nach fünf Jahre vorher erfolgter Bekanntgabe unter Gewährung einer Vergütung für den auf Grund der Geschäftsbücher aus den Herstellungskosten der ersten Anlage und den Erweiterungen ermittelten, um eine etwa $2^0/_0$ jährlich betragende Abschreibung zu verkürzenden Anlagewert und Leistung eines Zuschlages für den Geschäftswert jederzeit möglich sein soll, während nach Ablauf der Konzessionsdauer nur mehr der Anlagewert nach obigem Schlüssel seitens des Staates zu vergüten wäre. Nach erfolgter Ankündigung der Ablösung dürften Investitionen, welche einen gewissen Betrag, etwa K 20 000 überschreiten, nur mehr mit staatlicher Genehmigung vorgenommen werden.

Bei dieser Konstruktion des Heimfalles bezw. des Ablösungsrechtes braucht das Gesetz vor Eigenanlagen nicht Halt zu machen, wenn die Regierung Wert darauf legt, in allen Fällen gleiches Recht walten zu lassen und ihren Staatssozialismus, der, wie uns vom Herrn Sektionschef v. Krasny angekündigt wurde, auf dem Marsche ist, ohne Ansehung der Taschen, in welche der Gewinn fließt, zu betätigen. Bei Eigenanlagen könnte nach Konzessionsablauf dort, wo durch Ablösung der Betrieb der bezüglichen Industrie unmöglich gemacht würde, oder die Ablösung aus technischen Gründen untunlich ist, weil die Anlage baulich mit der Fabrik untrennbar verbunden ist, der Staat auf Grund der ermittelten Ablösungssumme mit dem gemeinen Werte der Eigenanlage Nutznießer des betreffenden Betriebes werden. Andererseits könnte der Staat bei Unternehmungen, die er nach Ablauf der Konzessionsdauer nicht einlösen will, auf derselben Basis, wie bei Eigenanlagen, Teilhaber des Geschäftes werden, ohne daß ihm dabei ein weiterer Einfluß gegenüber der Unternehmung bezw. Eigenanlage zustehen soll.

Bezüglich des im § 14 festgesetzten Aufsichtsrechtes des Staates möchte ich folgendes sagen. Das Aufsichtsrecht ist allzu weitgehend und bedarf einer wesentlichen Milderung, insbesondere durch Weglassung der im Punkt 2 vorgeschriebenen Einsichtsrechte in den Betrieb und in die geschäftlichen Aufzeichnungen sowie des Punktes 4 der mit der Festsetzung, daß eine Unternehmung, welche die letzte, ihr zur Einhaltung irgend einer behördlichen Verpflichtung gegebene Frist verstreichen läßt, unentgeltlich an den Staat übergeht, in seiner drakonischen Härte einzig dasteht. Diese Bestimmung ist ganz überflüssig, denn der Staat hat durch das Gesetz Machtmittel genug in der Hand auch auf andere Art seinen Aufträgen Geltung zu verschaffen, als durch eine auf administrativem Wege vorgenommene Vermögenskonfiskation. Wenn der Staat alle im Gesetze vorgesehenen Aufsichtsrechte betätigt, dann braucht er ein Heer von Beamten und die bestehende Hypertrophie an Staatsbeamten würde noch sehr gesteigert werden. Wir haben aber allen Anlaß zu sparen und ich finde es daher bedauerlich, daß in der bei uns beliebten Methode der staatlichen Bevormundung noch immer weiter fortgefahren wird. Auf allen Gebieten der technischen Betätigung sind die bei uns geltenden Vorschriften die strengsten, deshalb kommt jede Anlage in Österreich viel teurer zu stehen, als anderswo. Man vergleiche nur einmal die Ausführung von Fernleitungen bei uns und in einem anderen Staate. Schauen Sie sich die Leitung von Ebenfurth nach Wien an und dann schauen Sie sich eine Leitung in der Schweiz an. Selbst dem Laien ist es offensichtlich, mit welch übertriebener Vorsicht und wie teuer bei uns gebaut wird. In der strengsten Handhabung der Vorschriften — das gilt auf allen Gebieten, wo der Staat ein Genehmigungsrecht ausübt — werden alljährlich viele Millionen des Volksvermögens unnütz in der Erde vergraben oder vermauert, sehr oft, um nur ganz imaginären oder gar nicht zu verhütenden Gefahren zu begegnen. (Lebhafter Beifall.) Man sollte doch von Gesetzeswegen den Unternehmungen mehr Freiheit zugestehen und sie dafür mit der Übernahme der vollen Verantwortung belasten, so wie das in den Schweizer Gesetzen klar zum Ausdrucke kommt. Ich habe aber nicht bemerkt, daß dort in einer leichtfertigen Weise gebaut wird; es wird nur sparsamer gebaut und infolgedessen bleibt auch die Industrie leistungsfähig und alles ist billiger.

Auch die im Gesetze festgelegte Einführung einer einzigen Instanz, für welche viele schwärmen und die auch mir Anfangs sehr sympathisch war, halte ich nicht für ganz unbedenklich. Das Ministerium für öffentliche Arbeiten entscheidet ganz inappellabel, und zwar auch in technischer Hinsicht. Es soll nun keine Mißtrauensvotum für die Ministerialtechniker sein; ich habe im Gegenteile die größte Hochachtung vor dem technischen Können der Herren, aber es können sich, wenn es sich um Einführung technischer Neuheiten handelt, recht unangenehme Konsequenzen durch Bedenklichkeiten der genehmigenden Organe ergeben. Ich möchte darum zu bedenken geben, ob es nicht gut wäre, noch eine Appellinstanz für die Beurteilung technischer Fragen zu schaffen, der aber nicht nur Beamte des Arbeitsministeriums angehören dürften, sondern auch eine Anzahl von Sachverständigen der in Betracht kommenden Industrien, damit der Zweck der Instanz auch erreicht würde.

Bevor ich zu meinen Schlußanträgen schreite, will ich namens der Vereinigung darauf hinweisen, daß unsere Elektrizitätswirtschaft wahrhaftig einer Förderung bedarf, und daß sie nicht stark genug ist, um Lasten zu ertragen, wie sie ihr durch den Gesetzentwurf auferlegt werden. Bei Unternehmungen zur Erzeugung elektrischer Energie sind keine großen Gewinne zu erzielen, insbesondere bei jenen nicht, welche jetzt geschaffen werden sollen, denn dort, wo die Verhältnisse aussichtsvoll waren, bestehen ja schon Elektrizitätsunternehmungen. Die neu zu schaffenden Werke werden nur die Aufgabe zu erfüllen haben, entweder Gegenden mit elektrischer Energie zu versorgen, die bisher eine solche entbehren mußten, Gegenden, wo wenig Gewerbe und Industrie existieren und in welchen der landwirtschaftliche Charakter vorwiegend ist oder eine größere Wirtschaftlichkeit in der Erzeugung elektrischer Energie zwecks Verbilligung in der Abgabe an die Konsumenten zu erzielen, damit die unrationell arbeitenden alten Anlagen verschwinden und die benötigte elektrische Energie aus Großkraftwerken, vor allem aus Wasserkraftanlagen bezogen wird. Dabei sind große Gewinne unmöglich; wenn die Großkraftwerke auch billiger erzeugen, so kostet die Fortleitung des Stromes doch sehr viel; am ehesten können die Fortleitungskosten noch Wasserkraftanlagen ertragen, aber auch diese nur bis zu einer gewissen Grenze, die praktisch viel enger ist, als gemeiniglich angenommen wird.

Bei der Schaffung neuer Elektrizitätsunternehmungen und bei der Erweiterung und Modernisierung der bestehenden Unternehmungen kann es sich also um keine großen Gewinnmöglichkeiten für den Unternehmer handeln, sondern eben nur um die Erzielung einer größeren Wirtschaftlichkeit, insbesondere einer möglichst großen Kohlenersparnis durch Verwendung von Wasserkräften oder Konzentrierung des Betriebes in Großkraftwerken. Dies erfordert aber riesige Investitionen, die Fortleitung kostet viel und den Gewinn müssen die Großkraftwerke mit den kleinen Werken und

Digitized by Google

mit den Besitzern der Eigenanlagen, welche an die Großkraftwerke angeschlossen werden sowie mit den sonstigen Konsumenten teilen. Es wird daher Jahre dauern, bis eine entsprechende Konsumdichte erreicht ist und die Unternehmungen sich gut rentieren, entstehen werden aber Großkraftwerke und Wasserkraftanlagen nur dann, wenn man ihnen das freie Leitungsrecht gibt, das Leitungsrecht ohne Gegenleistung.

Die Vereinigung empfiehlt daher folgende Grundlagen für den Aufbau des Gesetzes:

1. Zwecks Förderung der Elektrizitätswirtschaft ist das Leitungsrecht Unternehmungen und Eigenanlagen ohne besondere Gegenleistung zu gewähren, ausgenommen die im Absatz 1 und 2 des § 7 angeführten Pflichten. Gerechterweise sollen die Eigentümer öffentlichen Gutes berechtigt sein, für die Einräumung der Leitungsrechte ebenso wie die Eigentümer privater Liegenschaften eine dem Maße der Belastung entsprechende Vergütung zu verlangen.

2. Die Inanspruchnahme der Enteignung oder eines gesicherten Absatzgebietes oder einer öffentlichen Wasserkraft soll das Ablösungsrecht des Staates in der von mir vorgeschlagenen Fassung mit sich bringen. Auf öffentliche Unternehmungen soll dieses Recht keine Anwendung finden. Hiezu bemerke ich: Gemeinden und Länder werden auch nach Ablauf der Konzessionsdauer auf die Einnahmen aus ihren Elektrizitätswerken angewiesen sein. Es hat keinen Zweck, ihnen dieselben zu nehmen, denn sonst müßte man ihnen aus der rechten Tasche das bezahlen, was man ihnen für die linke genommen hat.

3. Die Inanspruchnahme der im § 6 angeführten staatlichen Elektrizitätsförderung oder einer öffentlichen Wasserkraft bedingt außer dem im § 2 festgesetzten Ablösungsrechte des Staates auch noch seine Tarifhoheit und Gewinnbeteiligung, jedoch mit Ausschluß der öffentlichen Unternehmungen.

4. Unternehmungen, die ein Versorgungsgebiet erbitten, müssen dafür die Tarifhoheit des Staates in diesem Gebiete in Kauf nehmen.

5. Von öffentlichen Korporationen gegenüber Unternehmungen erworbene Rechte müssen von den Bestimmungen des Gesetzes unberührt bleiben. Der Staat hat entweder auf sein Ablösungsrecht zugunsten der Gemeinden zu verzichten oder dieselben fallweise zu entschädigen.

6. Der im § 39 in Aussicht genommene strafrechtliche Schutz ist dahin zu erweitern, daß elektrische Anlagen in derselben Weise wie die Eisenbahnen gegenüber böswilligen Beschädigungen geschützt werden, indem eine Strafbestimmung betreffend Elektrizitätsfrevel, in den Gesetzentwurf aufgenommen wird.

7. Die zur Zeit des Inkrafttretens des Gesetzes bereits bestehenden Elektrizitätsunternehmungen unterliegen bezüglich der späteren Erweiterungen und Änderungen nur der Baugenehmigungspflicht, nicht aber der Konzessionspflicht. Nur wenn diese Unternehmungen und Eigenanlagen das Enteignungsrecht oder ein neues Versorgungsgebiet beanspruchen, haben sie sich den öffentlichen Pflichten des § 7 und den bezüglich des Ablösungsrechtes festgesetzten Verpflichtungen zu unterwerfen.

Nur bei Inanspruchnahme der im § 6 (staatliche Elektrizitätsförderung), Punkt 2, Absatz *c*, ausgenommen, festgesetzten Bestimmungen, oder einer öffentlichen Wasserkraft durch Erwirkung einer Konzession tritt auch die Tarifhoheit und die Gewinnbeteiligung des Staates für die betreffende Unternehmung ein. Bei Inanspruchnahme eines neuen Versorgungsgebietes seitens einer bestehenden Unternehmung soll dieselbe der Tarifhoheit des Staates in diesem neuen Versorgungsgebiete unterliegen.

Bei einer Ablösung durch den Staat, von welcher wieder die öffentlichen Unternehmungen ausgenommen sein sollen, ist so vorzugehen, wie bei jenen bereits nach Inkrafttreten des Gesetzes konzessionierten Unternehmungen, welche während des Konzessionsdauer abgelöst werden; denn die bestehenden Unternehmungen können geltend machen, daß sie vielleicht gar nicht ins Leben getreten wären, wenn sie von dem neuen Gesetze etwas gewußt hätten. Nach dem Inkrafttreten des neuen Gesetzes weiß jeder Unternehmer, welche Risken er auf sich nimmt und hat sich mit ihnen abzufinden, den bestehenden Unternehmungen muß aber wohl unter allen Umständen billigerweise der Geschäftswert vergütet werden.

Das sind die Hauptforderungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Sie war überhaupt der Ansicht, daß es genug gewesen und die Industrie zufrieden gewesen wäre, wenn das Leitungsrecht und ein entsprechendes Wasserrecht gekommen wäre. Alles übrige hätte einem später zu schaffenden Elektrizitätsgesetze überlassen werden sollen. Nach ihrer Ansicht ist der jetzige Zeitpunkt so ungünstig für die Schaffung des gegenständlichen Gesetzes als möglich. Sowohl die öffentliche Meinung als auch die Volksvertretung steht unter dem Drucke, welchen die Kriegsfolgen verursacht haben. Die Stimmung ist aufgeregt und es ist nicht unmöglich, daß bei Beschlußfassung über das Gesetz sehr weit über das Ziel geschossen wird. Wir können nur wünschen, daß die Vorlage den Wünschen der Industrie entsprechend abgeändert wird. Den Herren von der Regierung möchte ich aber zurufen, sie mögen trachten, daß das Elektrizitätsgesetz noch in letzter Stunde zu einem wirklichen Elektrizitätsförderungsgesetz werde. (Lebhafter Beifall.)

Ing. Kallir, Direktor der A. E. G. - Union - Elektrizitätsgesellschaft, Wien. Durch den Krieg sind die Grundlagen unserer Wirtschaft derart weitgehend geändert worden, daß es notwendig ist, unsere Anschauungen auf wirtschaftlichem Gebiete, den geänderten Verhältnissen entsprechend, zu revidieren und denselben anzupassen. Was insbesondere die Elektrizitätsversorgung anlangt, so hat der Krieg derselben noch erhöhte Bedeutung gebracht. Durch den Krieg hat die Frage der Ausnutzung unserer Naturkräfte, die in vollkommener Weise nur mit Hilfe der elektrischen Energieerzeugung und -verteilung erfolgen kann, eine erhöhte Wichtigkeit erhalten, erhöht mit Rücksicht auf den Wettbewerb, der nach dem Kriege zwischen den Nationen stattfinden wird und der die rechtzeitige wirtschaftliche Stärkung und Rüstung gebieterisch fordert. Eine ganz besondere Bedeutung erhält die Frage der elektrischen Energieversorgung bei uns durch den Zusammenhang mit der Ausnutzung unserer Wasserkräfte, mit der Möglichkeit der Verringerung unseres Kohlenverbrauches und der hieraus erzielbaren Besserung unserer Handelsbilanz und Valuta. Zu diesem Moment kommt aber als weiteres Moment größter Wichtigkeit das der Dringlichkeit, weil es darauf ankommen wird, möglichst rasch die schweren Schäden zu beheben, die unser Wirtschaftsleben durch den Krieg erlitten hat.

Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft werden nach dem Kriege in erhöhtem Maße elektrische Energie benötigen. Die bestehenden elektrischen Eigenanlagen zur Energieerzeugung sind durch die Beanspruchung während des Krieges und durch den Mangel guter Wartung abgenutzt und abgearbeitet. Die Elektrizitätsanlagen der Städte und Gemeinden sowie die Überlandanlagen sind zufolge der durch Jahre unterbliebenen Erweiterung auf das äußerste belastet und stehen vor der zwingenden Notwendigkeit der Ausgestaltung ihrer Werke. Die Frage der Neuinvestitionen wird unmittelbar nach dem Kriege überall auf der Tagesordnung stehen und ihre Lösung wird in allen Fällen eine dringliche sein.

Dieser Zeitpunkt muß großzügig erfaßt werden, wenn überhaupt jemals die Zentralisierung der Energieerzeugung zur Durchführung gelangen soll. Eine Periode, wie die unmittelbar nach dem Kriege, kommt meines Erachtens nicht so bald wieder. Energisches und zielbewußtes Handeln tut hier not. Jenem Volke gehört die Zukunft, dessen wirtschaftliche Mobilisierung für die Friedenstätigkeit am raschesten erfolgt, und welches es zuwegebringt, alle vorhandenen Kräfte vereint zur größtmöglichen Resultierenden wirksam zu machen. Dies gilt im allgemeinen und gilt auch im besonderen von der Elektrizitätswirtschaft.

Auch der Motivenbericht des Gesetzentwurfes kommt bei Erörterung der Frage, von wem die Elektrizitätsversorgung vorgenommen werden soll, zu dem Schlusse, daß alle Faktoren, die hiefür in Betracht kommen, vereint herangezogen werden müssen. Diese Schlußfolgerung allein genügt jedoch nicht, sie bedarf noch einer Ergänzung. Der Motivenbericht erkennt wohl die besondere Befähigung der Privatindustrie zur Betätigung auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung an bezw. gibt er zu, daß an eine ausschließlich staatliche Elektrizitätsversorgung oder an eine solche durch die Länder im jetzigen Zeitpunkte nicht zu denken ist. Er kann sich aber nicht dazu entschließen, für das private Unternehmen dieser Erkenntnis angemessene Bestimmungen zu treffen bezw. das private Unternehmen entsprechend zu fördern.

Bei der Beurteilung der Frage, ob sich Staat und Länder nach dem Kriege in ausgedehntem Maße an der Elektrizitätsversorgung werden beteiligen können, muß berücksichtigt werden, daß sowohl der Staat als auch die Länder nach dem Kriege durch Kapitalsaufwendungen für andere Zwecke außerordentlich in Anspruch genommen sein werden. Überdies würde ja die staatliche Wirtschaft bedingen, daß die Investitionen fallweise erst einer gesetzlichen Regelung und Erledigung zugeführt werden. Unwillkürlich muß man sich daran erinnern, wie lange Zeit die Lokalbahnvorlagen benötigten, um zu einer Verabschiedung zu gelangen, wie viele mit dem Gegenstande in keinem direkten Zusammenhange stehende Fragen jeweils gelöst werden mußten, bis die Grundlage für die einschlägigen Investitionen geschaffen wurde. Da die Befürchtung nicht von der Hand zu weisen ist, daß eine Beteiligung des Staates an der Elektrizitätsversorgung mit ähnlichen Hemmungen zu kämpfen hätte, so ergibt sich die unbedingte Notwendigkeit, daß man sich auch der Mitwirkung der Privatunternehmung an der Elektrizitätswirtschaft versichere, sei es nun in der Form reiner Privatunternehmungen, sei es in der Form gemischtöffentlicher Unternehmungen. Hiebei kommen insbesondere zwei Momente in Betracht. Es gehört zu den Eigenheiten der Elektrizitätsunternehmungen, daß sie eine Reihe von Entwicklungsjahren geringer Rentabilität durchmachen müssen. Das braucht hier nicht ausgeführt zu werden, aber man muß sich die Bedeutung dieser Tatsache vor Augen halten. Das Kapital wird nach dem Kriege jene Gebiete zu seiner Betätigung

Digitized by Google

aufsuchen, wo es, wie bei den meisten Fabrikationsunternehmungen, verhältnismäßig rasch normale Erträgnisse erreichen kann, rascher jedenfalls als auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung. Hiezu kommt als weiteres Moment, daß die Verhältnisse für neu zu errichtende Großkraftwerke und Überlandanlagen sowie für die auszubauenden Wasserkräfte durchaus nicht besonders günstige, daß die diesbezüglich vielfach verbreiteten Erwartungen und Anschauungen weitaus zu optimistisch sind und daß Schlußfolgerungen, die man etwa aus der Entwicklung der Elektrizitätsunternehmungen anderer Länder, insbesondere Deutschlands, zu ziehen geneigt ist, allzu leicht den wesentlichen Unterschied der Voraussetzungen unterschätzen und demgemäß zu einem zu günstigen Resultate gelangen.

Was insbesondere unsere Wasserkräfte anbelangt, darf nicht übersehen werden, daß der Hauptteil derselben in Kronländern gelegen ist, die derzeit absolut nicht in der Lage sind, dieselben auch nur einigermaßen auszunutzen. Es kommen für die Verwertung dieser Kräfte Übertragungen von 250 bis 300 km in Frage, durch welche die gewonnene elektrische Energie sehr wesentlich verteuert wird, da die Kosten der Fernleitung und Transformation sowie des für die Deckung der Verluste in Betracht kommenden Anteiles des Kraftwerkes 75% und auch mehr der Kosten des Kraftwerkes ausmachen können. Nicht zu übersehen ist weiters, daß unsere Wasserkräfte meist ausgeprägte, länger dauernde Niederwasserperioden aufweisen, welche die Schaffung von kalorischen oder andersartigen Reservekraftquellen erforderlich machen. Auf diese Umstände muß hingewiesen werden, um Überschätzungen der Aussichten hinsichtlich der Ertragsfähigkeit der in Zukunft zu bauenden Werke zu vermeiden. Daß unser Versorgungsgebiet ein weitaus schwierigeres ist, als das in anderen Ländern, daß die Elektrizitätsunternehmungen nicht besonders vorteilhafte Bedingungen finden, sagt auch der Motivenbericht, indem er gleichzeitig feststellt, daß ein Staatsmonopol sich aller Voraussicht nach als unrentabel erweisen würde. Aus all dem müssen die richtigen Schlußfolgerungen gezogen werden und man darf diese ungünstigen Bedingungen für die Entwicklung unserer Elektrizitätswirtschaft nicht außer acht lassen.

Es ist vielfach angeführt worden, daß die für die Elektrizitätsversorgung ungünstigen Verhältnisse dafür maßgebend sind, daß der Staat oder die öffentlichen Körperschaften eher geeignet seien, die Elektrizitätsversorgung durchzuführen als Privatunternehmungen. Diese Behauptung erfordert jedoch eine Einschränkung bezw. Richtigstellung. Man hat früher vielfach in mittelguten und schlechten Versorgungsgebieten unzulängliche Ergebnisse erzielt, weil man diese Gebiete ebenso behandelte wie die guten. Es wurden den Unternehmungen seitens der maßgebenden öffentlichen Körperschaften (Gemeinden, Bezirke, Länder) Tarife vorgeschrieben wie in den besten Konsumgebieten. Das ist falsch, ist aber auch nicht notwendig. Die Landwirtschaft kann, wie die Erfahrungen seither ergeben haben, ohne weiteres auch höhere Preise zahlen als städtische Gebiete und zieht noch immer Vorteile aus der Verwendung der elektrischen Energie. Wenn der Staat den Privatunternehmen hinsichtlich der Versorgung schlechter Konsumgebiete Konzessionen macht und Begünstigungen einräumt, wie er sie schließlich auch für sich selbst in Anspruch nehmen würde, dann wird das private Unternehmen zufolge seiner Rührigkeit und seiner Beweglichkeit sowie des regeren Geschäftsgeistes seiner Beamten auch in schlechten Konsumgebieten größere Erfolge zu erzielen imstande sein als der Staat. Daß die staatliche Wirtschaft notwendig sei, um die schlechten Gebiete zu versorgen, kann man nicht uneingeschränkt gelten lassen. Wenn man nun zur Erkenntnis gekommen ist, daß die Privatwirtschaft nicht nur zulässig, sondern notwendig und unerläßlich ist, dann muß man auch die entsprechenden Folgerungen hinsichtlich ihrer Behandlung ziehen. Über die in dieser Hinsicht notwendigen Änderungen des Gesetzentwurfes möchte ich vornehmlich sprechen.

Das Gesetz ist auf der Idee aufgebaut, daß die Elektrizitätsversorgung in einem späteren Zeitpunkte in die Hand des Staates übergeleitet werden soll und zwar unter Umständen in weitestgehendem Umfange. Im Gesetze ist jedoch keine genaue Feststellung darüber enthalten, wie weit der Staat das ihm vorgesehene Recht der Ablösung tatsächlich ausüben wird. Daß das Gesetz einen Verzicht des Staates auf den Heimfall der Werke öffentlicher Körperschaften und auf deren Einlösung vorsieht, ist nicht nur ein Gebot der Notwendigkeit, sondern wohl auch ein Zugeständnis, daß es dem Staate voraussichtlich überhaupt nicht möglich sein wird, das Monopolprinzip öffentlichen Körperschaften gegenüber durchzuführen. Ob die dem Gesetze zugrundeliegende staatssozialistische Idee richtig ist, ob überhaupt nach den Erfahrungen, die man im Kriege gemacht hat, der Staatssozialismus eine Kräftigung oder Schwächung erfahren hat und ob nicht vielmehr, wie Rathenau in seiner Schrift: „Die neue Wirtschaft" ausführt, „eine der bürgerlichen Entschlußkraft anheimgestellte Privatwirtschaft angestrebt werden soll, die freilich zum organischen Zusammenschluß, zur Überwindung innerer Reibung und zur Vervielfältigung ihrer Leistung und Tragkraft staatlicher Mithilfe bedarf", möge hier nicht untersucht und entschieden werden. Das eine ist sicher, daß auch das Gesetz für die nächste Zukunft weder mit einem Monopol, noch mit einer durchgreifenden staatlichen Betätigung rechnet. Der ungewissen Zukunft aber bringt nun das Gesetz außerordentliche Opfer, Opfer die so groß sind, daß sie die Gegenwart und mit ihr die Zukunft in Frage stellen. Die Gegenwart wird zu Gunsten einer späteren Zukunft belastet. Dies geschieht vor allem durch die Bestimmungen des Gesetzentwurfes über die Ablösung der Elektrizitätswerksanlagen durch den Staat und über deren Heimfall an den Staat. Wenn überhaupt das diesen Bestimmungen zugrundeliegende Prinzip angenommen werden soll, so muß verlangt werden, daß die diesbezüglichen Bestimmungen eine für die Unternehmungen erträgliche Fassung erhalten.

Die Ablösung muß unbedingt nicht nur den Anlagewert, sondern unter allen Umständen auch den Geschäftswert berücksichtigen, wie dies zum Beispiel in den bayrischen sogenannten Staatsverträgen der Fall ist. Es muß weiters darauf Rücksicht genommen werden, daß die Entwicklung der Elektrizitätsunternehmungen vielfach eine langsame ist. Die Werke erlangen erst nach einer Reihe schlechterer Anfangsjahre, bedingt durch die schon im ersten Ausbau zu berücksichtigende spätere große Leistung des Kraftwerkes und durch die notwendigen Investitionen für ausgedehnte Leitungsanlagen, eine annehmbare Rentabilität. Wenn das Unternehmen allzu frühzeitig vom Staate abgelöst werden kann, werden das Privatkapital und auch öffentliche Körperschaften sich nicht so leicht entschließen, die erforderliche Pionierarbeit auf sich zu nehmen.

Das Gesetz sieht den Heimfall der Werke ohne jeden Kostenersatz vor. Derartige Bestimmungen sind in Wasserkraftkonzessionen üblich und haben bei diesen auch ihre Berechtigung, nachdem bei Wasserkraftanlagen die Investitionen im wesentlichen mit der Fertigstellung des Wasserbaues abgeschlossen sind und sodann die ganze Konzessionsdauer zur Abschreibung der Anlagen zur Verfügung steht. Ähnliche Vorschreibungen sind jedoch für Dampfkraftanlagen bezw. kalorische Anlagen überhaupt und für Verteilungsnetze von Überlandanlagen nicht zu rechtfertigen, denn diese werden während der ganzen Betriebszeit andauernd Erweiterungen und Verbesserungen vornehmen müssen, zu welchen sie der Staat im übrigen gemäß anderer Bestimmungen des Gesetzes zwingen kann. Die in den letzten Dezennien vor dem Heimfall vorgenommenen Investitionen könnten sonach seitens der Unternehmungen überhaupt nicht abgeschrieben und getilgt werden. Um den scharfen Gegensatz zwischen den Interessen der Unternehmung und des Staates, der hieraus entstehen könnte, zu beseitigen, in Wahrung berechtigter Ansprüche des Unternehmens, aber auch im Interesse des Staates, der auf guten Zustand der Anlagen im Zeitpunkte des Heimfalles Wert legen muß, ist daher die Forderung berechtigt, daß die im Zeitpunkte des Heimfalles der Anlagen nicht abgeschriebenen Werte vom Staate vergütet werden sollen. Von einer Vergütung des Geschäftswertes könnte abgesehen werden. Der Staat kann sich durch entsprechende Einflußnahme während der letzten Jahre vor unbegründeten Investitionen schützen.

Unvereinbar mit der Erkenntnis der Notwendigkeit der Anteilnahme des Privatkapitales ist der Standpunkt des Gesetzes hinsichtlich der Tarifhoheit. Die Vorschreibung von Maximaltarifen kann ohne weiteres angenommen werden. Dieselbe war auch bisher üblich und hat sich sowohl für Abnehmer als Unternehmer als ausreichender Schutz erwiesen. Übermäßige Gewinne haben die Elektrizitätsunternehmungen nicht erzielt. Die durchschnittliche Rentabilität der österreichischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaften, die sich mit der Erzeugung und Lieferung elektrischer Energie befaßten, betrug in dem letzten Jahre $3^3/_4$ bis 5%.

Die Festsetzung einer Grenze für die Rentabilität, wie es der Gesetzentwurf vorsieht, ist jedoch weder notwendig, noch der Sache förderlich. Aus einer Begrenzung der Rentabilität nach oben dürften die größten Schwierigkeiten und Schädigungen der Unternehmungen entstehen. Das Gesetz gibt über die Höhe der Rentabilitätsgrenze nach oben keinen Anhaltspunkt. Man war offenbar in Verlegenheit und befürchtete mit Festlegung dieser Ziffer entweder bei jenen Stellen, welche die Interessen der Abnehmer vertreten oder bei den Vertretern des Unternehmertums Anstoß zu erregen. Die Schwierigkeiten, die bei der Formulierung des Gesetzes bestanden, werden jedoch auch weiterhin in jedem einzelnen Falle bei der Erteilung der Konzessionen auftreten. Insolange schon die Tatsache eines guten, keineswegs übermäßigen Verdienstes genügt, um die heftigsten Angriffe auszulösen und insolange eine Regierung sich nicht dazu entschließen kann, die Notwendigkeit eines angemessenen Verdienstes anzuerkennen und auch zu vertreten, ist zu befürchten, daß gerade dieser Punkt zu den schwierigsten Verhandlungsgegenständen bei der Konzessionserteilung gehören wird, und dabei ist, wie bereits früher erwähnt, eine derartige Festlegung in der Sache weder begründet, noch notwendig. Ganz unzulässig ist es aber, daß, wie es der Gesetzentwurf scheinbar beabsichtigt, die Grenze des Gewinnes nach oben identisch mit der Grenze des Mindesterträgnisses festgesetzt wird. Durch diese Zusammenfassung wird natürlich die Grenze

Digitized by Google

nach oben gedrückt. Die Höhe des Mindesterträgnisses kann ja unter keinen Umständen allzu hoch angenommen werden, denn sonst ist sie eine Prämie für unrentable Werke und unvollkommene Betriebsführung. Dazu kommt noch, daß die Werke vielfach gar nicht in der Lage sein werden, von dem ihnen eingeräumten Rechte der Erhöhung ihrer Tarife bei geringer Rentabilität Gebrauch zu machen. Große Industrieunternehmungen werden sich dagegen wehren, daß der von ihnen mit den Unternehmungen, von welchen sie den Strom beziehen, vereinbarte Strompreis wegen schlechter Rentabilität der Werke hinaufgesetzt wird. Die Besitzer von Eigenanlagen wären unter solchen Umständen überhaupt nicht in der Lage, den Vergleich zwischen den Kosten des Eigenbetriebes und des Anschlusses für eine Reihe von Jahren im voraus aufzustellen. Es wäre auch verfehlt, die Rentabilität der Entwicklungsjahre der Elektrizitätswerke durch erhöhte Preise zu erzwingen. Der Anschluß würde dadurch ein schleppender und zögernder werden. In dieser Hinsicht sind der bisherige Zustand und die bisherige Preispolitik der Werke durchaus gesund und richtig. Die heutige Preispolitik der Unternehmungen bedarf nur folgender Korrektur: Zufolge der durch den Krieg herbeigeführten tiefgreifenden Änderungen der wirtschaftlichen Verhältnisse ist das Prinzip der festen Strompreise, welches dem Stromverkaufe bisher zugrunde lag, unhaltbar geworden. Deswegen sind die Elektrizitätsunternehmungen genötigt, an die Stelle des festen Strompreises einen den wirtschaftlichen Verhältnissen entsprechend sich ändernden Preis zu setzen. Nicht die Rentabilität des Werkes soll dafür maßgebend sein, ob der Abnehmer mehr oder weniger zahlen soll, sondern einzig und allein die Änderung der wirtschaftlichen Verhältnisse und die hiedurch bedingte Erhöhung oder Erniedrigung der Stromerzeugungskosten. Wenn der Konsument selbst im eigenen Betriebe für die Kohle mehr zahlen müßte, wenn er selbst höhere Löhne zu bewilligen gezwungen wäre, so soll auch das Elektrizitätswerk berechtigt sein, eine entsprechende Strompreiserhöhung zu beanspruchen. Wenn die Preisregelung nach Maßgabe der geänderten Verhältnisse erfolgt, werden sich auch die angeschlossenen Betriebe mit solchen Änderungen einverstanden erklären können, umsomehr, wenn sie auch berechtigt werden, eine Ermäßigung der Strompreise zu verlangen, wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse sich derart ändern, daß auch die Erzeugungskosten des Werkes sich niedriger stellen.

Die gerechte Behandlung der Werke erfordert also nicht ein Tarifhoheit nach rein fiskalischen Grundsätzen, wie sie der Gesetz entwurf vorsieht, sondern eine solche nach technisch-wirtschaftlichem Prinzipe.

Auch in der Vorschreibung der Gewinnbeteiligung des Staates muß eine Belastung der Unternehmungen erblickt werden, bei welcher das fiskalische Moment andere Erwägungen allzu sehr in den Hintergrund gedrängt zu haben scheint. Eine Beteiligung des Staates wäre eigentlich nur gerechtfertigt, wenn der Staat dem Unternehmen Begünstigungen gewährt, die für seine Rentabilität ausschlaggebend sind, wenn der Staat sich erheblich mit Kapital an dem Unternehmen beteiligt, wenn er dem Unternehmen Wasserkräfte überläßt, oder wenn er an dem Ausbau des Leitungsnetzes erheblichen Anteil nimmt. Aber auch dann bleibt zu bedenken, daß das Erträgnis des Staates aus einer derartigen Gewinnbeteiligung ein sehr bescheidenes sein wird. Bei einer Investitionssumme von 500 Mill. Kronen — gewiß eine für unsere Verhältnisse ansehnliche Summe —, von welcher etwa zwei Fünftel als Aktienkapital in Betracht kämen, während der Rest in Form von Obligationen oder offenen Bankschulden aufgebracht werden könnte, und bei einer Rentabilität von 8% würde dem Staate ein Betrag von 0·66% von 200 Mill., sonach 1·33 Mill. Kronen zufließen, ein Betrag, welcher als Einnahmsquelle des Staates doch wohl kaum eine wesentliche Rolle spielt. Für das Unternehmertum ist jedoch die Einbuße von $^2/_3$% des Erträgnisses schon empfindlich fühlbar, umsomehr, als nicht zu erwarten ist, daß die Belastung der Aktiengesellschaften für elektrische Unternehmungen mit Rücksicht auf diese Gewinnbeteiligung des Staates eine Erleichterung hinsichtlich der sonstigen die Aktiengesellschaft treffenden Steuern erfahren würde. Mit Rücksicht auf die Geringfügigkeit des Erträgnisses muß man auch vor übertriebenen Hoffnungen in der Hinsicht warnen, daß etwa der Staat an dem hohen Erträgnisse der Unternehmungen ein Interesse haben werde. In dieser Beziehung können zeitweilig auch andere Rücksichten ausschlaggebend sein. Wenn der Staat im Hinblick auf die Ablösung ein Interesse hat, den Geschäftswert der Unternehmungen herabzudrücken, so wird seine Gewinnbeteiligung für die Behandlung des Unternehmens von geringer Bedeutung sein. Daß die Gewinnbeteiligung mit Rücksicht auf die Länge der Konzessionsdauer sich nicht auf feste Ziffern stützen kann, sondern unter Rücksichtnahme auf die wirtschaftlichen Verhältnisse festgesetzt werden muß, etwa in der Art, daß die Grenzen für die Gewinnbeteiligung des Staates in Abhängigkeit vom Bankzinsfuß oder dem jeweiligen Ertrage der Staatsrente festgesetzt werden, wurde bereits von anderer Seite erwähnt und begründet.

Die Rücksicht auf eine unter Umständen in einem späteren Zeitpunkte vorzunehmende Ablösung bezw. auf den Heimfall der Unternehmungen kommt auch in einer außerordentlich weitgehenden Einflußnahme des Staates auf die Errichtung und den Betrieb der Unternehmungen zum Ausdrucke. Auch die diesbezüglichen Vorschreibungen erscheinen als eine übermäßige Belastung der Gegenwart zugunsten der Zukunft, die sich allerdings ziffernmäßig schwer ausdrücken läßt, die aber, wenn das Gesetz in der ganzen eventuell möglichen Schärfe zur Anwendung käme, die Rentabilität der Unternehmungen in Frage stellen könnte.

Ein weitgehender Einfluß auf die Bauweise und auf die Art der zur Anwendung kommenden Maschinen ist unbedingt auszuschließen. Der Einfluß des Staates muß sich darauf beschränken, daß die Werke mit einer einheitlichen Periodenzahl gebaut werden, und daß, soweit wirklich der Zusammenschluß der Netze in ernste Erwägung zu ziehen ist, auch gleiche Spannungsverhältnisse in Anwendung kommen. Ein weitergehender Einfluß ist jedoch unbedingt auszuschließen, da in der Sache nicht begründet.

Ebenso erscheint es geradezu unmöglich, in der Konzessionsurkunde derartig weitgehende Bestimmungen hinsichtlich der Geschäftsführung der Unternehmungen auf Konzessionsdauer festzulegen, wie dies in § 7, Punkt 4, des Gesetzes vorgesehen ist. Es geht nicht an, dem Unternehmen jedwede Freiheit zu nehmen, und es ist unmöglich, bei der gar nicht vorauszusehenden Entwicklung Vorschriften über Rechnungsführung, Abschreibungen, Reservefonds und Erneuerungsfonds auf Konzessionsdauer zu machen.

Für die Behandlung dieser Bestimmungen, weiters auch jener, die in der Konzessionsurkunde über die technische Ausgestaltung der Werke aufzunehmen sind, erscheint es unbedingt notwendig, daß eine Stelle geschaffen werde, bei welcher ein Rekurs gegen eventuell seitens der Unternehmungen nicht anzunehmende Vorschreibungen der Konzessionsurkunde eingebracht werden könnte. An diese Stelle könnte auch seitens der Unternehmungen gegen sonstige auf Grund des Gesetzes verfügte Maßnahmen der Regierung appelliert werden.

Man kann auch bei optimistischester Betrachtung aller in vorstehendem behandelten Bestimmungen des Gesetzes zu keinem anderen Urteile kommen, als daß dieselben eine schwere Belastung der Unternehmungen beinhalten und daß diese Vorschreibungen nicht geeignet sind, eine rasche Entwicklung zu gewährleisten. Es besteht die größte Gefahr, daß an Stelle der erwarteten raschesten und vollständigen Ausgestaltung der Elektrizitätsversorgung eine Periode schleppender und schwieriger Verhandlungen folgen würde, deren Resultat ein höchst unbefriedigendes zu werden verspricht, dies umsomehr, als auch die Begünstigungen, welche das Gesetz den Unternehmungen einräumt, dürftig und leider vielfach beschränkt sind. Es muß konstatiert werden, daß Forderungen, welche die Elektrizitätsindustrie seit jeher mit dem größten Nachdrucke gestellt hat, entweder nur zum geringsten Teile oder gar nicht berücksichtigt worden sind. Dies betrifft einerseits die Befreiung der Obligationszinsen von der Steuer, andererseits die Steuerfreiheit der Portefeuilleaktien. Die Befreiung der Obligationszinsen ist nach dem Gesetzentwurfe nur fakultativ vorgesehen, sie müßte wohl eine obligatorische sein, wie dies auch in Deutschland der Fall ist. Auch müßte die Steuerfreiheit wie in Deutschland auf die gesamten Obligationszinsen ausgedehnt werden. Ebenso unerläßlich ist die Aufhebung der Doppelbesteuerung der Portefeuilleaktien. Die Berechtigung dieser Forderung muß von der Regierung umsomehr anerkannt werden, als sie nach dem Motivenberichte auf das Entstehen gemischtwirtschaftlicher Unternehmungen den größten Wert legt. Für derartige Unternehmungen wird das private Kapital in erster Linie von Finanzierungs-, Trustgesellschaften oder Banken beigestellt werden. Wenn es bei rein privaten Unternehmungen vielleicht möglich ist, daß die Finanzierungsgesellschaft die einzelnen Werke baut und dieselben erst dann in selbständige Unternehmungen umwandelt, wenn die Rentabilität gesichert ist, so daß die Aktien auf den Markt gebracht werden können, ist ein solcher Vorgang nicht mehr möglich, wenn gemischtwirtschaftliche Unternehmungen geschaffen werden sollen, denn bei diesen werden von Anfang an eigene, mit anderen Unternehmungen bezw. Werken in keiner Abhängigkeit stehende Verwaltungen geschaffen werden müssen, in welchen die öffentlichen Körperschaften entsprechend vertreten sind. Das gemischtöffentliche Unternehmen verlangt vom Beginn die eigene Gesellschaftsform, welche unter den heutigen Steuerverhältnissen die Doppelbesteuerung zur Folge hat. Was dieselbe bei unseren Steuerverhältnissen schon heute zu bedeuten hat, braucht wohl nicht ausgeführt zu werden. Sicher ist, daß bei der zu erwartenden Steigerung der Steuerbelastung die Unternehmertätigkeit einfach ausscheiden würde.

Alle Überlegungen führen dazu, daß es notwendig ist, die Elektrizitätsversorgung zu fördern. Auch das Gesetz spricht im § 6, Punkt 1, aus, daß die staatlichen Behörden verpflichtet sind, die Entstehung und die Wirksamkeit der Elektrizitätsunternehmungen in jeder mit den öffentlichen Interessen zu vereinbarenden Weise zu fördern. Man findet jedoch diesen Grundsatz im Gesetze

Digitized by Google

selbst durchaus nicht verwirklicht, und ein Vergleich mit dem, was in anderen Industrieförderungsgesetzen enthalten ist, führt zu einem für den vorliegenden Entwurf sehr ungünstigen Ergebnisse. Das ungarische Gesetz vom Jahre 1907 über die Förderung der Industrie enthält obligatorische Bestimmungen bezüglich Gebühren- und Steuerfreiheit, Subventionen und sonstige sehr wesentliche Erleichterungen. So werden den Unternehmungen auch, was von besonderem Interesse sein dürfte, Enteignungsrechte zuerkannt, die auch zur Herstellung elektrischer Leitungen benutzt werden können. Den im ungarischen Gesetz eingeräumten Vorteilen stehen wesentliche Belastungen nicht gegenüber, denn die Bestimmung, daß alle Anschaffungen im Lande gemacht werden müssen und daß ein gewisser Teil der Angestellten aus ungarischen Staatsbürgern bestehen muß, kann nicht als Belastung betrachtet werden. Auch in Galizien und der Bukowina bestehen von den Landtagen erlassene Industrieförderungsgesetze, welche keine Belastungen der Unternehmungen beinhalten. Wir haben ein weiteres Beispiel wirklicher staatlicher Förderung im Lokalbahngesetze vom Jahre 1910, welches ebenfalls neben einer Reihe ganz wesentlicher Begünstigungen und Erleichterungen, Gebührenfreiheit und Steuerfreiheit auf die Dauer von 25 Jahren ausspricht. Darüber besteht ja allgemein Übereinstimmung und auch die Regierung hat in den Verhandlungen, die im Industrierate im Jahre 1911, betreffend die Frage der Industrieförderung, gepflogen wurden, dem Standpunkte beigepflichtet, daß die wichtigste Grundlage einer Industrieförderung eine entsprechende Steuergesetzgebung ist. Statt daß den berechtigten Forderungen nach entsprechender Anpassung, tunlichst jedoch nach Erleichterung der Steuerlast, Rechnung getragen wird, legt der Gesetzentwurf den Elektrizitätsunternehmungen neue Steuern auf, denn man kann die Tarifhoheit, wie sie im Gesetze vorgesehen ist, nicht anders als eine Steuer bezeichnen, deren Erträgnis nicht in den Säckel des Staates, sondern direkt der Allgemeinheit zufließt. Man kann auch die Gewinnbeteiligung des Staates nicht anders als eine Steuer auffassen. Dem gegenüber wird nur eine teilweise Erleichterung durch Befreiung eines Teiles der Obligationszinsen von der Steuer geboten.

Was die Bestimmungen des Gesetzes finanziell bedeuten, lehrt die folgende Überlegung:

Eine Wasserkraftanlage mit 25 000 kW Leistung möge samt Leitungsnetz einen Aufwand von 50 Mill. Kronen erfordern. Wenn man die Hälfte des Kapitals durch 6%ige Obligationen aufbringt, so bedeutet die im Gesetz vorgesehene Steuerbefreiung eines Teiles der Obligationszinsen eine Ersparnis von jährlich K 150 000, wenn die Steuern 25% des Erträgnisses ausmachen. Würden die gesamten Obligationszinsen steuerfrei erklärt werden, so würden jährlich K 375 000 erspart werden. Wenn es sich um eine gemischtwirtschaftliche Unternehmung handeln und die Hälfte des Aktienkapitales, also 12·5 Mill. Kronen, von einem privaten Finanzinstitut aufgebracht würde und wenn die Finanzierungsgesellschaft die von ihr übernommenen Aktien solange in ihrem Portefeuille hält, bis sie ein Erträgnis von 5% aufweisen, so würde ein Betrag von K 625 000 der Doppelbesteuerung unterliegen bezw. würde das Finanzierungsunternehmen für die in ihrem Portefeuille liegenden Aktien bei 25%igen Steuern jährlich K 156 000 an Steuern und Abgaben zu bezahlen haben. Die Steuerbegünstigung, welche die Industrie in den von ihr aufgestellten Forderungen verlangt, beträgt sonach in diesem Falle in den ersten Entwicklungsjahren, solange sich nur die Obligationen voll verzinsen, jährlich K 375 000 und dieser Betrag steigt nach Maßgabe des Erträgnisses des Aktienkapitals bis K 531 000, wenn die Obligationen voll verzinst werden und auch die Aktien bereits 5% tragen. Gegenüber der im Gesetzentwurfe bereits vorgesehenen Steuerermäßigung von K 150 000 bedeutet dies ein Mehr von jährlich K 381 000.

Der Fall soll nun noch von einer anderen Seite betrachtet werden und die jährliche Ersparnis an Kohle berechnet werden, welche durch den Ausbau dieser Wasserkraft erzielt werden kann. Bei einer Benutzungsdauer von nur 3000 h würde die Anlage 75 Mill. kWh abgeben. Bei einem Durchschnittsverbrauche von 1·5 kg Kohle pro kWh würde die Wasserkraft die jährliche Ersparung von 11 250 Waggons Kohle ermöglichen. Bei dem mäßigen Kohlenpreise von K 30 pro t, entspricht dies zirka 3·5 Mill. Kronen im Jahre, das heißt jedes Jahr, um welches diese Wasserkraftanlage früher zur Ausführung gebracht wird, verbessert unsere Handelsbilanz um 3·5 Mill. Kronen, demnach um etwa das zehnfache von dem, auf was der Staat an Steuereinnahmen verzichtet, wenn er den Wünschen der Industrie entgegenkommt. Wenn die Rentabilität des Unternehmens steigt, hört ein Teil der Beschränkungen der Steuereinkünfte des Staates auf, indem dann die Aktien aus dem Portefeuille des Finanzinstitutes abgegeben werden. An die Stelle des Verzichtes an Steuereingängen tritt die Gewinnbeteiligung des Staates. Es entfallen dann bloß die Steuern an Obligationszinsen im Betrage von K 375 000. Dem gegenüber erhält der Staat eine Gewinnbeteiligung von K 166 000 bei 8% und von K 330 000 bei 10% Dividende. Über die Schlußfolgerung, die man aus diesen einfachen Überlegungen ziehen muß, kann ein Zweifel wohl nicht bestehen.

Das Prinzip der Förderung muß jedoch nicht nur den neuen Unternehmungen gegenüber zum Ausdrucke kommen, sondern auch das, was besteht, soll weiter ausgebaut und ausgebildet werden. Insoweit die im Gesetzentwurfe vorgesehenen Verpflichtungen überhaupt angenommen werden können, sollen dieselben auch den bestehenden Unternehmungen gegenüber in der im vorausgehenden erörterten Form zur Anwendung gelangen, sowie auch die bestehenden Unternehmungen gerechterweise jener Rechte teilhaftig werden müssen, welche neue Unternehmungen nach dem Gesetze im allgemeinen genießen.

Der Gesetzentwurf hat zwischen Rechten und Pflichten ein gewisses Abhängigkeitsverhältnis aufgestellt, dem jedoch nicht zugestimmt werden kann. Es muß der Standpunkt vertreten werden, daß Leitungs- und Enteignungsrechte jedes Unternehmen genießen soll, welches im öffentlichen Interesse, das heißt also auf Grund von Vereinbarungen mit öffentlichen Körperschaften Strom abgibt oder einer solchen Stromabgabe dient. Aus der Inanspruchnahme dieser Rechte sollen dem Unternehmen keine weitergehenden Verpflichtungen erwachsen als eine im Sinne der vorausgegangenen Auseinandersetzungen geregelte Tarifhoheit des Staates und als die im § 7 des Gesetzes gekennzeichneten öffentlichen Pflichten.

Zwischen den sonstigen im Gesetze vorgesehenen Pflichten und Rechten sollte folgende Abhängigkeit geschaffen werden:

Die Einräumung eines Versorgungsgebietes hat die Tarifhoheit zur Folge.

Die anderen Belastungen, und zwar die Gewinnbeteiligung des Staates, die Ablösung und der Heimfall soll nur dann in Anwendung kommen, wenn dem betreffenden Unternehmen kraft des Gesetzes eine wesentliche Förderung zuteil wird. In dieser Hinsicht wäre es notwendig, die im § 6 vorgesehenen fördernden Maßnahmen des Staates in zwei Gruppen zu unterteilen. Die eine Gruppe hätte alle jene Maßnahmen zu umfassen, welche eine wesentliche materielle Förderung beinhalten, wie zum Beispiel Kapitalsbeteiligung des Staates, Überlassung von Wasserkräften, Erlassung des Wasserzinses, Gewährung von Garantievorschüssen, Beitragsleistung zum Ausbau zusammenschließender Leitungsnetze, Steuerbefreiungen. Die andere Gruppe hätte jene Maßnahmen zu umfassen, die von geringerer Bedeutung sind und die auch keine Belastung des Staates beinhalten, wie zum Beispiel: Garantie einer Mindestabnahme an Strom, Bewilligung, eine Aktiengesellschaft zu gründen, Teilschuldverschreibungen herauszugeben, Erklärung derselben als mündelsicher, Stundung der Skala und Prozentualgebühren. Nur jene Unternehmungen, welche besondere Begünstigungen der erstangeführten Art in Anspruch nehmen, wobei jedoch festzusetzen wäre, daß die Unternehmungen zu einer solchen Inanspruchnahme nicht gezwungen werden sollen, unterliegen den Bestimmungen über die Tarifhoheit, die Gewinnbeteiligung des Staates, das Ablösungsrecht und den Heimfall. Analoge Bestimmungen wären bezüglich bereits bestehender Unternehmungen vorzusehen.

Ich verhehle mir nicht, daß ich den Gesetzentwurf nur von einer Seite beleuchtet habe, von der Seite der Mitwirkung des privaten Kapitals, sei es in rein privaten, sei es in gemischtöffentlichen Unternehmungen. Ich verhehle mir des weiteren nicht, daß in Fragen, welche die Allgemeinheit in so weitgehendem Maße treffen, wie die Versorgung derselben mit elektrischer Energie, Einzelwirtschaft nicht mehr möglich ist. Wenn aber zwei Teilnehmer zu einer gemeinschaftlichen Arbeit zusammentreten sollen, so darf der eine, auch wenn es der Staat ist, den Gesellschaftsvertrag nicht diktieren: Audiatur et altera pars! (Lebhafter Beifall und Händeklatschen).

Direktor **Ing. E. Adler.** Um die Diskussion abzukürzen, will ich mich auf einige Bemerkungen, vorwiegend technischer Natur beschränken, die vielleicht von allgemeinerem Interesse sind.

Zunächst möchte ich Ihre Aufmerksamkeit auf die Frage der Abschreibungen lenken. Das ist eine Frage, die geradezu grundlegend ist für die Gesetzesbestimmungen, die sich auf Elektrizitäts-Unternehmungen beziehen, zum Beispiel Tarifhoheit, Gewinnbeteiligung, Ablösungsrecht. Die Abschreibungsfrage wird übrigens auch häufig ausschlaggebend sein für die Entscheidung, ob Anschluß oder Eigenanlage.

Ich glaube nun, behaupten zu können, daß aus vielen Punkten des Gesetzentwurfes und des Motivenberichtes hervorgeht, daß die Verfasser die Schwierigkeiten, Unsicherheiten und Unklarheiten zu gering einschätzen, die der ganze Fragenkomplex umfaßt, der mit dem Begriff „Abschreibung" zusammenhängt. Sie halten daher eine straffe Regelung der Abschreibungspolitik für möglich und wünschenswert. Kennzeichnend dafür scheint mir die Bestimmung in § 7, Absatz 4, zu sein, wonach die Regelung der Abschreibungen schon in der Konzessionsurkunde erfolgen soll. Ferner möchte ich erwähnen die Tabelle zu § 12 im Motivenberichte, über die

Digitized by Google

durchschnittliche Lebensdauer der Teile von elektrischen Kraftwerken.

Ich möchte sogar so weit gehen, es als bedauerlich zu bezeichnen, daß diese Tabelle an so prominenter Stelle abgedruckt worden ist. Es wird nämlich dadurch den dort angegebenen Werten der Charakter einer Anleitung gegeben, eine Bedeutung, die von den Verfassern wahrscheinlich gar nicht beabsichtigt wurde. Ich will nicht etwa einzelne Werte der Tabelle einer Kritik unterziehen, sondern warne gegen eine, auf dem Begriff „Lebensdauer" aufgebaute Abschreibungspolitik überhaupt.

Der Begriff „Lebensdauer" paßt eigentlich nicht für die Teile einer gut instandgehaltenen elektrischen Anlage. Eine Glühlampe hat tatsächlich eine Lebensdauer. Nach einer gewissen Anzahl von Stunden stirbt sie, das heißt sie hört auf zu leuchten und wird fortgeworfen. Eine elektrische Maschine wird hingegen viel seltener durch Abnutzung entwertet, als durch Veralten, Ungenügendwerden oder Havarien. Ich will ein Beispiel erwähnen, aus dem vielleicht klarer hervorgeht, was mit diesen verschiedenen Begriffen, die zusammen den Begriff „Entwertung" bilden, gemeint ist. Ein großes Drehstromkraftwerk, das in den Jahren 1901/02 fertiggestellt wurde, erhielt eine Schaltanlage mit den besten Luftschaltern, die damals zu bekommen waren. Wenige Jahre darauf wurden diese durch Ölschalter ersetzt, weil man natürlich die Unbequemlichkeiten und Gefahren der veralteten Luftschalter nicht länger in Kauf nehmen wollte. Das Werk wurde immer größer und mit anderen Kraftwerken verkuppelt. An den Feederölschaltern zeigten sich Störungen, die auch zu Havarien führten. Man war daher in den Jahren 1912/13 gezwungen, diese Schalter durch neue Ölschalter größerer Ausschaltleistung zu ersetzen. Das ist ein Beispiel dafür, was ich vorhin „Ungenügendwerden" nannte.

Ich will auf die Abschreibungsfrage nicht näher eingehen, sondern verweise auf die Arbeiten von Siegel, Schiff und Haas, der ein dickes Buch darüber geschrieben hat und die Diskussionen in den amerikanischen Fachvereinigungen. Zusammenfassend stelle ich die Behauptung auf, daß eine richtige Bemessung der Entwertung nur möglich ist, wenn man die Abschreibung für jeden Teil der Anlage von Jahr zu Jahr neu festsetzt.

Die Frage der Bemessung der Abschreibungsquoten hat nicht nur theoretische Bedeutung. Als Nachweis dafür verweise ich auf England. Dort erklärt man die schlechte Entwicklung der Elektrizitätswerke vielfach mit der starren Abschreibungspolitik der Gemeinden, abgesehen von dem hemmenden Einfluß, den der Electric Lighting Act von 1882 ausgeübt hat, dieses erste, unglückliche Beispiel eines Elektrizitätsgesetzes. Eine Übersetzung dieses Gesetzes und seiner Ergänzungen finden Sie im Motivenbericht. Die falsche Abschreibungspolitik hat in England auch zu ungünstigen technischen Lösungen geführt.

Ich glaube, daß die im Gesetzentwurf vorgesehene Regelung der Abschreibungsfrage wesentlich erleichtert würde, durch eine von Zeit zu Zeit erneuerte, generelle Klärung dieser Frage, etwa durch Verhandlungen zwischen Regierung und Elektrizitäts-Kommission. Das Ergebnis dieser Verhandlungen würde den Konzessionsbewerbern als Richtschnur dienen und könnte den Entscheidungen der Regierung zugrunde gelegt werden.

Dieser Vorschlag bringt mich auf den nächsten Punkt, den ich zur Erörterung stellen möchte. Es ist Ihnen bekannt, meine Herren, daß die Konzentration des Verfahrens bei einer Instanz, die der Gesetzentwurf enthält, es mit sich bringt, daß die letzte Entscheidung in vielen technischen Fragen vom Ministerium getroffen wird. Dieses ist dann in manchen Fragen (zum Beispiel Eigenanlage oder Anschluß) gewissermaßen Partei und Richter zugleich. Aus dem Gesetzentwurf geht das allerdings nicht so schroff hervor, sondern bei flüchtigem Durchsehen glaubt man, daß in allen Fragen die Beschwerde an den Verwaltungsgerichtshof offen bleibt. Herr Hofrat Kunze hat aber in seinem Vortrag vor dem Gewerbeverein hervorgehoben, daß diesbezüglich ein Unterschied zwischen rechtlichen und technischen Fragen besteht und daß in manchen technischen Fragen das Ministerium nach freiem Ermessen entscheidet. Dazu kommt, daß das Ministerium in manchen Fällen auch unteren Instanzen die endgültige Entscheidung übertragen kann.

Ich glaube nicht einen Augenblick daran, daß das Ministerium jemals parteiisch vorgehen könnte oder daß die Beamten des Ministeriums nicht genügend sachkundig sein werden, um derlei Fragen zu behandeln. Also in anderen Worten, es ist zu erwarten, daß der durch das Gesetz eingeführte Elektroabsolutismus, wenn ich so sagen darf, ein „aufgeklärter Absolutismus", mit milden Regierungsformen sein wird. Aber bei vielen dieser technischen Fragen, deren Entscheidung sich die Regierung vorbehält, handelt es sich nicht um Tatsachen, deren Richtigkeit festgestellt werden kann, sondern um Meinungen, das heißt um Fragen, in welchen zwei gleich sachkundige, gleich gewissenhafte Ingenieure zu verschiedenen Ansichten kommen können. In diesem Meinungsstreit zwischen A und B entscheidet aber keine dritte Stelle, sondern A muß B überzeugen.

Ich glaube, daß der im Gesetzentwurf vorgesehene Behandlungsweg leichter gangbar sein wird, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt wären:

1. daß die Absichten und Gedanken der Regierung bekannt sind, und

2. daß sich die Regierung bei deren Festlegung der Elektrizitäts-Kommission bedient.

Für die Mitwirkung der Elektrizitätskommission sind zwei Wege denkbar. Der eine wäre: generelle Aussprachen, von Zeit zu Zeit wiederholt, deren Ergebnisse den Entscheidungen der Regierung zu grundegelegt würden. Der andere Weg wäre der, in spezifischen Streitfällen von der Kommission ein Gutachten zu verlangen.

Ich mache übrigens aufmerksam, daß es sich bei derlei Streitfällen nicht nur um rein technische Dinge zu handeln braucht. Ich verweise zum Beispiel auf den § 3, Absatz 5, des Gesetzes, der sich auf den Schutz von Naturschönheiten und Städtebildern bezieht. Wer wird in solchen Fragen die letzte Entscheidung treffen? Übrigens behandelt dieser Absatz nur die Verunstaltung des Landschaftsbildes durch die Leitungen. Über die Verunstaltung durch Baulichkeiten und Wasserentnahme fehlen Vorschriften.

Ein Gedanken, der im Gesetzentwurf mehrfach wiederkehrt, ist der Ausgleich von Leistung und Gegenleistung. Dieser Grundsatz könnte, glaube ich, ausgedehnt werden auf die Bestimmungen über Haftpflicht, Aufsicht und Betriebspflicht. Der § 3 über das Leitungsrecht bedeutet eine sehr weitgehende Haftpflicht für alle direkten oder indirekten Nachteile, die dem Grundstückbesitzer aus der Leitungsführung erwachsen können. Für die Elektrizitätsunternehmung handelt es sich darum, sich gegen diese Haftpflicht durch Versicherung einzudecken. Die Aufsichtsbehörde ist durch die Baugenehmigungsverhandlungen mit allen Einzelheiten der Leitungsführung vertraut. Der Staat wäre daher die geeignetste Stelle zur Übernahme der Versicherung. Ähnlich liegen die Verhältnisse bezüglich der direkten oder indirekten Schäden, die durch Elementarereignisse in Werken und Netzen auftreten können. Auch hier würde die staatliche Versicherung ein geeignetes Gegenstück zur Staatsaufsicht und Betriebspflicht bilden. Ich will diesen Gedanken nicht näher ausspinnen, da es sich nur um eine flüchtige Anregung handelt. Ich glaube aber, daß die staatliche Versicherung ein Förderungsmittel bilden könnte, das manchen Werken willkommen wäre, und trotzdem eine Einnahmsquelle für den Fiskus sein kann. Ich möchte noch erwähnen, daß im Ausland die Privatversicherung ganzer Elektrizitätswerke bereits vorkommt. Ich selbst habe Erfahrungen mit der Versicherung eines Dampfkraftwerkes von etwa 10 000 kW Leistung, die befriedigend waren.

Bezüglich der Eigenanlagen beantrage ich, daß in § 41, Absatz 2, auf Zeile 3, das Wort „geringfügig" gestrichen werde. Es kommen nämlich Eigenanlagen vor, die beträchtliche Energiemengen abgeben, ohne daß es richtig oder zweckmäßig wäre, ihnen den Charakter von Eigenanlagen abzusprechen. Der Motivenbericht spricht nur von jenen Fällen, in denen es sich um Versorgung geringen lokalen Bedarfes handelt. Ich denke aber an Eigenanlagen mit Abwärmeverwertung, die im Anschluß an Koksfabriken und Industrien, die Abdampf verbrauchen, entstehen können. Solche Niederdruckdampf verbrauchende Industrien mit Gegendruckmaschinen oder besonderen Heizdampfkesseln sind für Österreich relativ wichtig. Der Betrieb von Gegendruckmaschinen, die parallel mit Elektrizitätsunternehmungen arbeiten, ist aber häufig viel wirtschaftlicher als die Aufstellung von Heizdampfkesseln und Kraftstrombezug aus dem Werk. Man sollte daher die Errichtung solcher Eigenanlagen fördern. Je nach dem augenblicklichen Strombedarf und Dampfkonsum wird ein solches Werk Energie verbrauchen oder Strom zurückliefern. Dadurch ergibt sich eine besondere rechtliche Situation, die mich veranlaßt, solche Anlagen hier zu erwähnen.

Das Gesetz soll ein Elektrizitätsförderungsgesetz sein. Es überrascht daher, daß die Anschlüsse, deren Erleichterung zweifellos das wirksamste, unbestrittenste Mittel zur Hebung der Elektrizitätswirtschaft ist, unter die elektrizitätspolizeilichen Bestimmungen des Gesetzes, nämlich Baugenehmigung, Betriebsbewilligung und Aufsicht gestellt sind. Die Verfasser des Gesetzes haben selbst gefühlt, daß das eine Behinderung der Anschlußbewegung bilden kann. Im § 42, Absatz 2, wird deshalb eine Verordnung angekündigt, die gewissen Anschlüssen Befreiung oder Erleichterung gewähren soll. Außerdem werden durch den § 28 alle Anschlüsse in gewerblichen Betrieben dem Geltungsbereich des Gesetzes entzogen. Es bleibt daher zu erwägen, ob man nicht allgemein auf die Einbeziehung der Anschlüsse verzichten könnte. Wenn das nicht der Fall ist, so beantrage ich einen Zusatz zu § 41, Absatz 2, der auch die Befreiung von der Betriebsbewilligungspflicht vorsieht.

Zum Schluß möchte ich mir erlauben, an den Herrn Vortragenden einige Fragen zu richten. Sie entspringen lediglich dem Wunsche, volle Klarheit über den bedeutsamen Entwurf zu gewinnen.

1. *Zu* § 2, *Absatz* 2. Welche „zwingende volkswirtschaftliche Rücksichten" kommen in Betracht?

Digitized by Google

2. *Zu* § 2, *Absatz* 4. In welchen Fällen wird man die Konzessionsdauer auf weniger als 60 Jahre beschränken?

3. *Zu* § 5. *Absatz* 1. Wann wird das Monopol verweigert werden?

4. *Zu* § 40. In welcher Weise soll die Vertretung der Verbraucher und Arbeiter zustandekommen? Was bedeuten die Ausdrücke „Technik" und „Elektrizitätsindustrie"? (Lebhafter Beifall.)

Dr. Stark. Mit Rücksicht auf die Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit will ich mich nur auf einige Bemerkungen bezüglich allgemeiner wirtschaftlicher Punkte beschränken. Meiner Ansicht nach wurde das Elektrizitätsgesetz hauptsächlich deshalb von der Regierung in Vorlage gebracht, weil die Regierung jedenfalls zur Ansicht gelangt ist, daß die künftige wirtschaftliche Entwicklung Österreichs wohl nur von der Produktion, und zwar von den eigenen Produktionsmitteln sowie von eigenen Arbeitskräften erwartet werden kann. Infolgedessen ist die Ausnützung der Elektrizität, bezw. die Erzeugung derselben, soweit sie durch Kohle oder mittels Wasserkraft erfolgt, nur unter dem Gesichtspunkte der Förderung der künftigen wirtschaftlichen Entwicklung Österreichs zu betrachten. Da hat aber die Regierung oder der Verfasser des Gesetzentwurfes einen Standpunkt eingenommen, der im Gegensatze zur wirtschaftlichen Entwicklung Österreichs steht. Ich komme darauf zurück, was ich anläßlich einer anderen Diskussion über diesen Gegenstand hervorgehoben habe, das ist der Staatssozialismus als Prinzip des Gesetzes bezw. der Vorlage. Herr Sektionschef Dr. von Krasny hat bereits Gelegenheit gehabt, meine Ausführungen in dieser Hinsicht zu widerlegen zu versuchen. Ich halte nichtsdestoweniger an dem Standpunkte fest, daß jene staatssozialistische Tendenz einstweilen für Österreich unmöglich ist und im vollständigen Widerspruche mit jeder wirtschaftlichen Entwicklung steht. Wenn andere Länder, nehmen wir Amerika oder England oder Deutschland, heute bereits für staatssozialistische Ideen reif sind, so hat das die Begründung darin, daß die wirtschaftlichen Unternehmungen dieser Länder eine solche Entwicklung erreicht haben, daß eine technische oder finanzielle Verbesserung durch eine privat-kapitalistische Betätigung kaum mehr erwartet werden kann. Amerika und Deutschland haben durch privatkapitalistische Produktion, um bei der Elektrizitätsindustrie zu bleiben, in technischer und wirtschaftlicher Beziehung einen Stand erreicht, der es ihnen ermöglicht, nun allein im allgemeinen Interesse Verfügungen zu treffen und dabei zu ganz anderen wirtschaftlichen Prinzipien überzugehen. Das können sich die genannten Länder leisten. Wir in Österreich mit unserer Industrie, die bisher im Verhältnis zur Weltwirtschaft zurückgeblieben ist, können uns das noch nicht leisten; wir befinden uns noch nicht in diesem Stadium. Ein jeder Industriestaat muß unter vollständig ungehinderter Entwicklung das Stadium des freien Liberalismus, des eingeschränkten Liberalismus, des Reformsozialismus usw. durchmachen, bis er für den Staatssozialismus reif ist. Wir stehen bei der Erzeugung von Elektrizität bezw. der gesamten Kraftversorgung erst dort, wo dieser Wirtschaftszweig nahezu neu geschaffen werden soll.

Staatssozialismus kann nur konsumieren, aber niemals entsprechend produzieren, kann daher nicht das Prinzip eines Gesetzes werden, welches eine Produktion regeln soll, die noch nicht jenes wirtschaftliche Stadium erreicht hat, um dafür reif zu sein.

Ich möchte weiters folgende Grundlagen des Entwurfes erwähnen, die ebenfalls unrichtig sind. In dieser Gesetzesvorlage wird leider, wie noch immer in anderen öffentlichen gesetzlichen Bestimmungen, der theoretisch-rechtswissenschaftlich überholte Standpunkt des prinzipiellen Gegensatzes zwischen öffentlichen und privaten Rechte zum Ausdruck gebracht. Sind Sie nicht böse, wenn ich mit dieser Frage Ihre Zeit beanspruche. Ich muß aber dem Herrn Verfasser des Gesetzentwurfes gegenüber betonen, daß ein prinzipieller Gegensatz zwischen öffentlichem und privatem Rechte unrichtig ist (siehe Jellinek, Kelsen und Stark; letzterer insbesondere „Analyse des Rechts 1916").*) Es darf nicht die Möglichkeit gegeben werden, in das neu zu schaffende Gesetz diesen Gegensatz hineinzubringen. Die Konsequenz dieser prinzipiellen Gegensätzlichkeit zwischen öffentlichem und privatem Rechte ist aber im Gesetzentwurfe dort zu finden, wo von der prinzipiellen wirtschaftlichen Betätigung und Beteiligung des Staates und anderer öffentlicher Rechtssubjekte an den gewerblichen Unternehmungen die Rede ist, sei es durch Übernahme von Aktien, sei es durch eine andere wirtschaftliche Beteiligung. Ich möchte dabei noch meine Ansicht betonen, daß der Staat produktiv niemals das leisten kann, was der Private zu leisten vermag. Der Staat kann nur dort eine wirtschaftliche Betätigung entfalten, wo er die Güter, welche durch Urproduktion oder durch eine auf technischen Voraussetzungen beruhende Produktion gewonnen, bereits vorhanden sind, nicht weiter verarbeiten braucht, sondern sein ganzes Interesse und seine Tätigkeit mit einer reglementären Verteilung erschöpft. Wenn er z. B. Lebensmittel, Kohle oder Petroleum in sein Monopol nimmt, so erscheint der Staat als Verteiler (von fiskalischen Interessen abgesehen). Bei der Elektrizitätserzeugung aber handelt es sich nicht um ein wirtschaftliches Gebiet, dessen Güter bereits dem Eingriffe des Staates offen liegen, sondern um Unternehmungen, bei welchen große technische Kenntnisse und wirtschaftliche Aufwendungen notwendig sind, welche der Staat einstweilen nicht erfüllen kann, was ja auch die Erfahrung mit den österreichischen Staatsbahnen beweist. Der Staat kann erst dann an die Übernahme eines wirtschaftlichen Gebietes in seine monopolistische Betätigung denken, bis dasselbe seine wirtschaftliche und technische Vollkommenheit erreicht hat. Ich bin also der Ansicht, wie Herr Direktor Karel, daß der Staat die Elektrizitätswirtschaft derzeit nicht in sein Monopolgebiet zu ziehen vermag. Einstweilen muß auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet das Privatkapital arbeiten. Im Zusammenhange mit der von mir eingangs gerügten Gegensätzlichkeit zwischen öffentlichem und privatem Rechte finde ich auch die Bevorzugung der öffentlichen Rechtssubjekte wie Gemeinden, Länder usw. nicht berechtigt. Wirtschaftlich ergibt sich diese Begründung nicht, ob aus politischen oder aus anderen Gründen, lasse ich außer Erörterung, denn das wird das Parlament mehr besorgen als uns genehm ist.

Einige Herren haben bereits erwähnt, daß, wenn das Erlangen von Vorteilen von der Übernahme von Pflichten abhängig gemacht wird, dies vom wirtschaftlichen Standpunkt auch nicht gerechtfertigt werden kann. Der Staat kann durch allgemeine fiskalische Maßnahmen seine Zwecke fördern, soweit er will, jedenfalls darf daraus aber ein sogenanntes privilegium odiosum für einen gewissen Wirtschaftsbetrieb nicht gefolgert werden.

Ich komme noch zum Einflusse von Staat und Land auf die Verordnungen bei Elektrizitätsbewirtschaftung, bezw. bei Schaffung von Elektrizitätserzeugungsstätten zu sprechen. Daß sich der Staat ein viel zu großes Kompetenz-, ein viel zu großes Einspruchsrecht, eine viel zu große Einflußnahme in jeder Beziehung gegenüber der Elektrizitätswirtschaft gewahrt hat, wurde bereits von meinen Herren Vorrednern gerügt und auf das Schärfste kritisiert.

Ich möchte nur erwähnen, daß in den Diskussionen, die in der Öffentlichkeit über diesen Punkt stattgefunden haben, überall von den Ländern ein viel zu großer Einfluß verlangt wird. Ich müßte auf ein politisches Gebiet zu sprechen kommen, was mich allerdings zwingt, diesen Punkt nicht so zu behandeln, als es notwendig wäre.

Ich möchte nur erwähnen, daß die Länder in der Form, wie sie heute existieren, für wirtschaftliche Fragen nicht in Betracht kommen können; es erscheint mir als fraglich, ob das Land — ich verstehe darunter die Organe der Länder, die Landtage und die Landesausschüsse — auf Grund ihrer Betätigung in nationaler und anderer politischer Hinsicht und auf Grund ihrer großen Anzahl geeignet sind, eine Kompetenz für die Entscheidung auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft mit irgend einem Vorteil zu bilden. Es kann sich politisch die Möglichkeit, sogar die Notwendigkeit ergeben, daß man den Ländern eine gewisse Kompetenz einräumt. Ich glaube aber, daß es zum größten Schaden gereichen würde, wenn man der großen Anzahl von Ländern, die von ganz anderen Gesichtspunkten als von wirtschaftlichen, diese Materie behandeln würden, einen Einfluß einräumen möchte und ich muß meinen Standpunkt in dieser Hinsicht nochmals auf das Schärfste betonen, daß ich den Ländern jeden Einfluß auf diesem Gebiete vollständig verweigern würde. Die Länder haben in wirtschaftlicher Beziehung gar nichts dreinzureden, denn sonst ist eine große staatliche Produktionsförderung überhaupt nicht möglich.

Ich möchte mir noch erlauben, einige Bemerkungen zu einigen Paragraphen des Gesetzes zu bringen:

Was den § 1 anlangt, so würde ich wünschen, daß jeder Unterschied zwischen öffentlichen und privatrechtlichen Unternehmungen beiseite gelassen werde, daß der Begriff der sogenannten gemischt-öffentlichen Unternehmungen ausgeschaltet wird.

Was den § 2 betreffend das freie Ermessen des Arbeitsministeriums, Entscheidung aus zwingenden volkswirtschaftlichen Rücksichten, zu fällen anlangt, möchte ich darauf hinweisen, daß ich anläßlich einer vor einigen Wochen stattgefundenen Diskussion die Anregung gegeben habe, sowohl für die Entscheidung dieser Fragen sowie für die Entscheidung aller jener Fragen, über die nach freiem Ermessen zu entscheiden wäre, eventuell einen oder mehrere Senate des Verwaltungsgerichtshofes für kompetent zu erklären, welche dann durch sachkundige Laien ergänzt werden können; oder es wäre ein schiedsrichterliches Kollegium im Zusammenhang mit der Elektrizitätskommission zu bilden; kurz, es wäre eine Instanz zu schaffen, welche die Sache von einem anderen Gesichtspunkte als vom rein staatlichen, welcher bei uns fast von nur rein fiskalischen Prinzipien geleitet ist, behandelt.

*) „Die Analyse des Rechts" von Dr. Bernhard Stark. Wien 1916, Wilhelm Braumüller, Seite 400 ff.

Digitized by Google

Was im § 4 über die Verschiedenheit der Konzessionsdauer angeführt ist, kann ich nicht berechtigt finden. Ich leugne natürlich die verschiedene Rechtssubjektivität und kann es daher nirgends begründet finden, daß man einem privatrechtlichen Unternehmer 60 Jahre, einem anderen aber 90 Jahre Konzessionsdauer einräumt. Ich würde daher vorschlagen, eine einheitliche Zeit zu wählen. Auch die Entscheidung über die Beeinträchtigung von Naturschönheiten durch Leitungsanlagen usw., von der im § 5 die Rede ist, müßte einer Kommission vorbehalten sein, denn man hat in dieser Beziehung, wie in der Frage der Ennstalwerke und in der Frage der Ausnutzung der Krimmler-Ache Gesichtspunkte geltend gemacht, welche wohl vom ästhetischen Standpunkte gerechtfertigt sein mögen, aber vom wirtschaftlichen Standpunkte nicht in Betracht kommen können.

Was den § 6 betrifft, so kann ich mich, da über ihn ausführlich gesprochen wurde, sehr kurz fassen. Die Überschrift dieses Paragraphen heißt allerdings „Elektrizitätsförderung", aber von einer solchen ist nicht viel zu bemerken. (Heiterkeit.) Ich bin der Ansicht, wenn eine Begünstigung im allgemeinen Interesse zu gewähren ist, dann muß sie eingeräumt werden, ohne dem Unternehmen eine Belastung aufzuerlegen oder aber die Begünstigung liegt nicht im allgemeinen Interesse, dann sehe ich nicht ein, warum ein Unternehmen auf Kosten der anderen begünstigt werden soll. Jedenfalls ist der Zusammenhang zwischen Belastung und Begünstigung, wie schon von einigen Rednern ausgeführt wurde, nicht anzuerkennen.

Aus dem 2. Absatze des § 6 wäre die Berechtigung des Staates an der Vertretung in der Geschäftsleitung und der wirksame Einfluß des Staates auf die Geschäftsgebarung auszulassen. Wenn sich der Staat beteiligt, dann muß er genau dasselbe Recht haben, welches jedem anderen Aktionär oder anders Beteiligten nach dem Handelsgesetz zusteht. Ich bin prinzipiell gegen die wirtschaftliche Betätigung des Staates; wohl aber kann sich bei Gründung von Elektrizitätsunternehmungen die Möglichkeit und Nützlichkeit ergeben, daß sich der Staat beteiligt, und da sehe ich nicht ein, warum der Staat z. B. als Aktionär, ein anderes Recht haben soll, als jeder andere.

Das kleine Zuckerl, welches im Punkt *d* gegeben wird, die sogenannte Garantie, ist in der Form, wie sie gebracht wird, wirtschaftlich nicht begründet, denn sie bietet im Grunde genommen gar nichts und auf der anderen Seite kann sie politisch dazu ausgeschrotet werden, was, soweit ich es beobachten konnte, schon geschehen ist, daß man das Schreckgespenst an die Wand malt, daß die Elektrizitätsunternehmungen auf Grund der Garantiezuschüsse genau so gute Geschäfte machen werden, wie seinerzeit die garantierten Eisenbahnen. Entweder traut sich die Regierung der Inslebenrufung der Elektrizitätsunternehmungen anständig unter die Arme zu greifen, wie es z. B. bei der Industrie in Ungarn der Fall ist, oder der Staat soll die Einführung von Garantien überhaupt unterlassen, dann weiß derjenige, welcher das Kapital gibt, woran er ist.

Ein Punkt wäre noch zu betonen, das ist der Begriff des Eigenkapitals; es ist nämlich im Punkt *h* des § 6, dort, wo davon gesprochen wird, daß ein gewisser Teil der Zinsen für die Prioritätsobligationen steuerfrei bleiben soll, von dem Verhältnis dieses Prioritätskapitals zum tätigen eigenen ganzen Kapital die Rede. Unter dem eigenen ganzen Kapital hat man jedenfalls das Aktienkapital und die Reserven zu verstehen.

Über den Punkt 8 ist eingehend gesprochen worden und zu Punkt 6 des § 8 würde ich beantragen, einzufügen, daß, wenn außerordentliche Ereignisse und ein allgemeiner Notstand die Herabsetzung der Tarife notwendig machen, diese Herabsetzung zu Lasten des Staates erfolgen soll. (Lebhafter Beifall.)

Was die im § 9 erwähnte Gewinnbeteiligung des Staates anlangt, so möchte ich darauf hinweisen, daß die Gewinnbeteiligung nicht höher sein soll, als sie bereits in den Steuergesetzen festgesetzt ist. Es ist ganz ungerechtfertigt, daß die Gewinnbeteiligung für die Elektrizitätsunternehmungen viel härter sein soll. Ich glaube, daß die Beteiligung des Staates, soweit sie in einer höheren Abgabe durch das Gesetz über die besondere Erwerbsteuer ausgesprochen ist, entweder vollständig genügt oder dort seine Korrektur erfahren kann. Für die Elektrizitätsunternehmungen kann ich eine derartige Belastung nicht begreiflich finden, sonst kommt es noch dazu, daß der private Kapitalist, welcher das Kapital liefern soll, viel lieber Kriegsanleihe oder andere staatliche Papiere kauft, als sich an der Gründung einer teilweise riskanten Unternehmung zu beteiligen, welche, wenn sie sich auch dann noch später rentieren könnte, in den ersten Jahren doch weniger abwirft, als dieses fest verzinsliche Papier. Über das Ablösungsrecht wurde heute bereits gesprochen.

Über den Preis, zu welchem ein Unternehmen eingelöst wird, wurden mehrere Ansichten kundgegeben und es geht die allgemeine Ansicht dahin, daß das Unternehmen zu jenem Werte abgelöst werden soll, welchen dasselbe am Tag, an welchem die Ablösung stattfindet, als Marktpreis hat. Es soll der volle Marktpreis für die Maschinen und für die Anlagen bezahlt werden.

Insbesondere komme ich noch auf den Punkt zu sprechen, der für die Inhaber des Unternehmens von großem Schaden sein kann, nämlich auf die Berechtigung des Staates, das Unternehmen mit Staatspapieren einzulösen.

Wenn der Staat das Unternehmen mit Staatspapieren ablösen würde, so wäre nur der Kurs anzuwenden, welchen das Papier am Tage hat, an welchem die Ablösung stattfinden soll. Es geht nicht an, von einem Durchschnitt des Kurses an der Wiener Börse des der Ablösung vorangehenden Semesters zu sprechen und dann, wenn der Staat sieht, daß seine Papiere einen besseren Kurs gehabt haben, die Papiere zur Ablösung zu benützen. Ich glaube, es ist nicht mit dem ethischen Begriff des Staates in Einklang zu bringen, daß der Staat auf Kosten der Unternehmer spekulieren kann.

Was ich bezüglich anderer Punkte erwähnt habe, muß ich auch bezüglich des § 14 erwähnen. Was heute schon erwähnt worden ist, wiederhole ich, daß dem Staate auch nicht das Recht eingeräumt werden soll, durch seine Organe Einsicht in die Betriebe oder in die geschäftlichen Aufzeichnungen zu verlangen. Ich muß darauf zurückkommen, entweder genügt das Handelsgesetz oder nicht, entweder genügen die steuerrechtlichen Bestimmungen oder nicht. Wenn aber das für andere Unternehmungen genügt, so ist es recht und billig, daß es auch ohne Verschärfung für die Elektrizitätsunternehmungen zur Anwendung kommt.

Ich muß auch den § 15 behandeln, welcher das Elektrizitätsbuch betrifft. Ich glaube, daß die Durchführungsvorschrift das Verhältnis zwischen Grundbuch und Elektrizitätsbuch regeln wird und daß dingliche Rechte nur durch Eintragung in das Elektrizitätsbuch erworben werden können. Ob das Grundbuch, wie beim Eisenbahnbuch ausscheidet, dürfte wohl seine Regelung in der Durchführungsvorschrift finden.

Ein Punkt, welcher von mir anläßlich einer früheren Diskussion ausgeführt worden ist, ist die Ablehnung des Prioritätsprinzips. Im Motivenbericht wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es das öffentliche Interesse erfordert, daß Konzessionsgesuche von jenem Gesichtspunkte aus zu betrachten sind, daß demjenigen Unternehmen der Vorzug gegeben werden soll, welches eine größere Ausbau- oder größere wirtschaftliche Kapazität und Leistungsfähigkeit gewährleistet. Dieser Gesichtspunkt muß abschreckend wirken. Dadurch würde es geschehen, daß, wenn von jemand mit großen Kosten Vorarbeiten für ein Projekt gemacht wurden, die dann vom Arbeitsministerium veröffentlicht werden, andere Unternehmungen hievon Kenntnis erlangen, diese benützen werden, und daß dann jener Unternehmer, der bessere persönliche Beziehungen hat, die Konzession erhalten wird, wenn er auch später gekommen ist. Der Unternehmer also, welcher die ganzen Vorarbeiten geleistet hat, wird das Nachsehen haben.

Ich möchte daher als 4. Punkt des § 18 noch als Einschaltung vorschlagen: „Dem ersten Proponenten bleibt das Recht vorbehalten, das Unternehmen in der Form auszuführen, welche von der Staatsverwaltung bezw. von der letzten Instanz, welche hier in Betracht kommt, als beste anerkannt wird". Es muß die Priorität gewahrt bleiben.

Zu § 19 muß ich prinzipiell betonen, daß ich die Mitwirkung des Landes oder des Landesausschusses in dieser Frage nicht für nötig, sondern sogar für schädlich erachte. Es hätten also Ladungen an die Landesausschüsse in Vertretung der Länder nicht zu erfolgen.

Im § 22, betreffend die Konzessionsurkunde, sind jene Punkte, welche Vorschriften über die Geschäftsleitung und über die Rechtsform der Unternehmung beinhalten, zu weitgehend; sie sind vollständig auszuschalten.

Im § 24 „Bewilligung der Vorarbeiten" heißt es, daß durch die Bewilligung zu Vorarbeiten, welche nur auf eine bestimmte Zeit gegeben werden, um welche jedoch wiederholt nachgesucht werden kann, der Konzessionswerber weder ein Vorrecht auf die Konzession, noch eine sonstige ausschließliche Befugnis erhält. Im Sinne meiner vorigen Ausführungen wäre einzuschalten: „unbeschadet der Bestimmung des § 18, Punkt 4", daß er nämlich ein Vorrecht erhält, das Unternehmen in jener Form durchzuführen, welche als beste anerkannt wird.

Zu § 29 möchte wie hier wieder vorschlagen, die Länder von der Beteiligung prinzipiell auszuschalten; sie haben keine Berechtigung, hier mitzusprechen.

Ich unterlasse weitere Ausführungen, möchte jedoch darauf hinweisen, daß es sich bei Regelung der vorliegenden Materie um eine Frage handelt, welche bei der künftigen Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft von ganz eminenter Bedeutung ist. Ich möchte darauf hinweisen, daß wir in Österreich, wo wir uns in einer schweren finanziellen Lage befinden, darauf angewiesen sind, nur

Digitized by Google

mit eigener Kraft zu arbeiten und daß wir einstweilen nicht in der Lage sind, eine Änderung des gesamten wirtschaftlichen Systems vorzunehmen. Deshalb möge es die Regierung ermöglichen, durch eine Elektrizitätsförderung in der Weise die Kräfte des ganzen Reiches auszunützen, daß damit der private Unternehmergeist und die private Produktion in die Lage versetzt werden, die reichen Schätze des Bodens auszubeuten und mit ganzer Kraft den Weg zu jener wirtschaftlichen Stufe zu ebnen, die sie auf Grund kultureller und historischer Vergangenheit anzustreben berechtigt sind.

Dr. Heinrich Schreiber: Auf dem Leidensweg, welchen der Elektrizitätsgesetzentwurf durchzumachen hat, ist er in dem Elektrotechnischen Verein angelangt, also dort, wo eigentlich der Gesetzentwurf in erster Linie seinen Ausgangspunkt zu nehmen hat. Es hat sich nun die Eigentümlichkeit ergeben, daß das lebhafte Interesse, welches von den Fachkorporationen, wie Elektrotechnischer Verein, Ingenieur-Verein und Wasserwirtschaftsverband für das Elektrizitätsgesetz aufbringen, sich auch anderen Körperschaften mitgeteilt hat, Korporationen, die sonst mit der Elektrizität wenig zu schaffen haben, Vereinigungen wirtschaftlicher, juristischer und politischer Natur. Man könnte nun die Frage aufwerfen, ist das eine persönliche oder eine sachliche Eigentümlichkeit des Gesetzentwurfes? Unter der persönlichen Besonderheit eines Gesetzentwurfes verstehe ich, daß ein Gesetz ohne Rücksicht auf seine unmittelbar fühlbare Rückwirkung interessiert. Wir haben viele Gesetze — um nur ein Beispiel aus jüngster Zeit anzuführen, die Kriegssteuergesetze —, hinsichtlich welcher es, trotz des großen Interesses, das sie erregen, dem Elektrotechnischen Verein doch nicht eingefallen wäre, einen Diskussionsabend zu veranstalten. Die Eigenheit unseres Gesetzentwurfes liegt aber nicht so sehr in dem persönlichen Konnex allein, als vielmehr auch darin, daß die Elektrizität das gesamte wirtschaftliche und gesellschaftliche Leben unmittelbar berührt, daß die große Allgemeinheit daher auch ein sachliches Interesse für das Elektrizitätsgesetz hegt. So ist es gekommen, daß sich alle die genannten, in ihrer Sphäre so verschiedenartigen Korporationen damit befaßt haben. Auf den Gesetzentwurf näher einzugehen, kann ich mir wohl erlassen. Wir müssen von ihm wie von einem wohlvertrauten Bekannten sprechen; denn der Chef jener Ministerialsektion, bei dem das Gesetz ressortiert, hat sich über die Tragweite desselben bereits näher ausgesprochen, so daß diese als geläufig vorausgesetzt werden kann.

Dem Appell des Herrn Vorsitzenden werde ich Rechnung tragen. Ich werde mich nicht in das Detail einlassen, sondern will, nachdem ich auf andere Relationen des Gesetzentwurfes schon anderweitig hingewiesen habe, bloß von einigen großen Richtlinien und Gesichtspunkten sprechen, indem ich da anknüpfe, wo der Motivenbericht an die Erläuterung für den Aufbau des Gesetzes schreitet.

Schon nach dem Regierungsprogramm, das im September vorigen Jahres durch den Ministerpräsidenten im Parlament enunziert wurde, war man darauf gefaßt, daß anläßlich der geplanten großzügigen Bewirtschaftung des Wasser- und des Elektrizitätswesens ein neuer Gesetzentwurf kommen wird, und als die Sektion im Arbeitsministerium kreiert wurde bezw. zu neuem Leben erweckt ist und eine in der Elektrizitätswirtschaft hervorragend bewanderte und signifikante Individualität an die Spitze dieser Sektion berufen wurde, konnte man sich nach den wissenschaftlichen Vorarbeiten dieser Seite schon eine Vorstellung von der Struktur dieses Gesetzentwurfes machen. Wenn ich mich auf streng privatwirtschaftlichen Boden zurückziehen würde, könnte ich, um einen viel belachten Operettenwitz zu variieren, sagen: Mit der Besetzung dieser Elektrizitätssektion war es mit der Privatwirtschaft „schon gute Nacht" (Heiterkeit). Von welchen Gesichtspunkten lassen sich nämlich die Urheber des Gesetzentwurfes leiten? Von drei kardinalen Richtlinien: von der Elektrizitätspolitik, von der Organisation der Elektrizitätswirtschaft und von der Elektrizitätsgesetzgebung, somit kurz: Politik, Wirtschaft und Recht, drei Maximen, die uns ziemlich geläufig sind.

Wie will aber der Gesetzgeber diese drei Kardinalfragen lösen, wie will er die Gesichtspunkte: Politik, Wirtschaft und Recht wahren und durchsetzen?

Der Gesichtspunkt der Elektrizitätspolitik soll in ihrer Planmäßigkeit, jener der Elektrizitätswirtschaft in ihrer Systemmäßigkeit, der Gesichtspunkt des Elektrizitätsrechtes in der Glättung des Rechtsbodens gesucht werden. Die Planmäßigkeit wird, wenn ich sie mit einem knappen Ausdruck kennzeichnen will, auf die staatliche Oberhoheit gegründet, auf das Prinzip der Regalität, das heißt der Staat wird der Lenker des gesamten Elektrizitätswesens, damit seine Bewirtschaftung planmäßig geschehe; daher die Einführung der staatlichen Konzession. Nur diejenigen Unternehmungen sollen befugt sein, ins Leben gerufen zu werden, welche vom Staate mit einem Privileg ausgestattet sind.

Das Prinzip der Systemmäßigkeit soll in der Vereinheitlichung der Elektrizitätswirtschaft bestehen, und zwar in der Zusammenfassung aller zu Gebote stehenden Mittel, sowohl der technischen wie der finanziellen, unter Wahrung der Organisationsfreiheit und aller zur Verfügung stehenden Organisationsbehelfe. Der Effekt wird in einer Koalition des öffentlichen und des privaten Kapitales erblickt, oder, wenn ich den Ausdruck Kapital fortlasse, im Zusammenschluß der öffentlichen und privatwirtschaftlichen Arbeit. Dabei sollen die vorhandenen Werte möglichst geschont werden.

Das Elektrizitätsrecht soll in der Förderung alles dessen ausgebildet werden, was geeignet ist, die Elektrizitätswirtschaft nach vorwärts zu treiben und in der Beseitigung alles dessen, was geeignet sein könnte, die Elektrizitätswirtschaft zu beeinträchtigen, sie zu hemmen.

Das ist der Sukkus der gesetzgeberischen Absichten. Man muß sich nun fragen, ob und inwieweit ist es dem Gesetzgeber, wie weit ist es ihm auf der Platform, wie sie durch den Gesetzentwurf gegeben ist, gelungen, das verheißene Ziel zu erreichen.

Ist der Gesetzgeber seinen Absichten treu geblieben, hat er sich an die Leitmotive gehalten und hat er dem Elektrizitätswesen jenen Dienst erwiesen, den man füglich von einer Reform schlechtweg erwarten muß? Unter einer Reform verstehe ich nämlich immer nur eine Verbesserung und nicht eine Verschlechterung des bisherigen Zustandes. Es kann nicht heute meine Aufgabe sein, die gegenwärtige Rechtslage mit jener zukünftigen, die vom Gesetzentwurf ausgemalt wird, in Vergleich zu ziehen. Ich setze, wie erwähnt, voraus, daß den Gesetzentwurf jeder der hier Anwesenden kennt und ich erachte, daß jeder, der diesen Vergleich zieht, mit mir, bei aller Objektivität, der ich mich zu befleißen trachte, zur Überzeugung kommen muß, daß zwar eine grundlegende Reform schon deshalb geboten ist, weil heute eine gesicherte Rechtsbasis überhaupt fehlt, daß aber eine Verbesserung des jetzigen Rechtszustandes, insbesondere vom Standpunkte der Elektrizitätsunternehmungen aus gesehen, nach meinem bescheidenen Dafürhalten vom Entwurfe nicht herbeigeführt wird.

Denn was wird dem Elektrizitätsunternehmer gegenüber seiner jetzigen Situation geboten?

Natürlich zunächst das, was das ganze Um und Auf einer Elektrizitätsgesetzgebung sein muß, das Leitungsrecht, das füglich auch in diesem Gesetzentwurf vorgeschlagen ist.

Tatsächlich ist es nun das Leitungsrecht und suppletorisch das Expropriationsrecht, welch letzteres ich von meinem speziellen Gesichtspunkte aus niemals allzu hoch eingeschätzt habe; aber immerhin, es wurde angestrebt und es wird auch gewährt. Mit Expropriationen kann man dermalen freigebig sein, zumal seit dem Kriege darauf beruhende Gesetze über begünstigte Bauten erlassen worden sind und auch das Wasserrecht in seiner Novelle ähnliche Normen rezipiert. Allein mit dem Leitungsrechte sollte man gerade vom Standpunkte des Technikers nicht allzu viel Aufhebens machen. Es ist wirklich keine besondere Begünstigung, selbst wenn, wie mit Recht betont worden ist, damit ein Eingriff in die privatrechtliche Sphäre verbunden ist. Das hat mehr theoretische als praktische Relevanz und sonst ist damit, was ich nochmals unterstreiche, nicht viel Aufhebens zu machen. Das gibt die Staatsverwaltung selbst zu. Spricht denn die Staatsverwaltung gar so viel von dem Leitungsrechte, welches sie selbst für den eigenen Bedarf und für eigene Zwecke in Anspruch nimmt? (Beifall.) Einen Hauptbestandteil des Gesetzes, nämlich das Leitungsrecht für Schwachstromleitungen, nimmt die Staatsverwaltung doch für sich in Beschlag. Ja, was bietet denn die Staatsverwaltung dafür bezw. braucht sie denn etwas dafür zu bieten? Ist nicht die Legung von Telephonleitungen für den Gemeingebrauch so wichtig, daß sich jeder Grundeigentümer sagen muß, ich bin froh, wenn die Staatsverwaltung ihre Leitungen über meinen Grund und Boden zieht. Die Leute reißen sich um solchen Anschluß und die Staatsverwaltung ist zumeist gar nicht in der Lage, den an sie anstürmenden Anforderungen voll gerecht zu werden. Was für die staatlichen Industriebetriebe gilt, muß auch für die private Industrie gelten. Auch das, was die private Industrie mit dem Leitungsrecht bezweckt, auch das, was sie begehrt, ist mehr oder weniger eine Notwendigkeit und Selbstverständlichkeit; auch hier muß Parität für den Privatunternehmer gelten. Die Verwertung der Elektrizität ist auf die Fortpflanzung der Energie angewiesen. Hiezu braucht sie, wie Dr. Josef Langer letzthin in einem geistvollen Vergleich angeführt hat, die Transportwege, das sind die Kommunikationen. Es ist selbstverständlich, daß die Kommunikationen, welche die Allgemeinheit für den Transportverkehr braucht, auch dem elektrischen Verkehr nicht vorenthalten werden dürfen, insbesondere dann, wenn die vom Staate so hoch gehaltene System- und Planmäßigkeit beobachtet werden soll. In dieser Beziehung ist aber folgendes zu erwähnen. Ja, wenn wir am Anfange alles Geschehens wären, könnte der Staat sagen, das Elektrizitätsgut ist zu wertvoll, als daß es durch eine Zersplitterung gefährdet werden dürfte; dann könnte man die Wahrung der Planmäßigkeit für gerecht ansehen. Allein, war es denn bisher Willkür und vom bloßen Zufalle abhängig, wenn der Privatunternehmer, Orte herausgesucht hat,

Digitized by Google

um sie mit den Segnungen der Elektrizität zu beschenken? Auch die bisherigen Unternehmungen hat Plan und System geleitet. (Lebhafter Beifall.)

Der Elektrotechnische Verein hat vor längerer Zeit sein 30jähriges Jubiläum gefeiert. Was hat der Staat in diesen 30 Jahren auf dem Gebiete der Elektrizitätspolitik geleistet? (Lebhafter Beifall.) Sehen Sie sich den Motivenbericht an, welcher gewissermaßen einen Rechenschaftsbericht über das Vollbrachte wiedergeben will. Ich erhebe demgegenüber gegen die Staatsverwaltung den Vorhalt, daß sie praktisch nichts geleistet hat, daß sie aber auch akademisch nichts vollbracht hat; nicht einmal statistisch ist von ihrer Seite etwas geschehen. (Beifall und Händeklatschen.) Der Bericht muß zu jener Vereinsstatistik Zuflucht nehmen, die im Jahre 1913 abgeschlossen ist, aus der reinen Zufälligkeit, weil der betreffende Verfasser der Statistik bei Beginn des Krieges im Jahre 1914 eingerückt ist oder die Papiernot hemmend dazwischen getreten ist. Nicht einmal die Ergänzung auf den heutigen Stand hat die Staatstechnik vorgenommen. (Beifall.) Und doch ist auch in unseren Gauen soviel geleistet worden. Die Überraschung darüber ist so groß gewesen, daß der erste Vortragende, welcher die Diskussion eingeleitet hat, erstaunt war, als ihm von dritter Seite eine Übersichtskarte über die Entwicklung des Elektrizitätswesens in unseren Ländern vorgeführt worden ist. Ihm hat dies die Genugtuung entrungen, daß auf dem Gebiete der Elektrizitätsversorgung mehr geschehen ist, als er sich träumen ließ, und die Karte hat denn auch dies in den berückendsten Farben vorgezaubert. Es hat also die Privatindustrie, allerdings später zum Teile abgelöst durch die Gemeindetätigkeit, alles Bestehende vollbracht, während die Staatsverwaltung sich passiv und indifferent verhalten hat. (Lebhafter Beifall.) Das geschah in jenem Zeitraume von 30 Jahren, in dem die Elektrizitätsindustrie den größten Aufschwung, ja einen glanzvollen Kulminationspunkt erreicht hat. Um meine Objektivität zu beweisen, gebe ich ohne weiteres zu, daß der Motivenbericht in glänzenden und rühmlichen Worten der Industrie zu gedenken weiß und ihre Verdienste, fast jauchzend, himmelhoch hebt, indem er zeigt, wie intensiv die Interessenten auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens gewirkt haben. Es wird mit Recht betont, daß, in Deutschland zumal, die elektrische Industrie zu einer weltbeherrschenden Produktion geworden ist; freilich auch dort ohne Gesetz. Soll dies etwa den Beweis liefern, daß es erst eines Wirtschaftsgesetzes bedarf, das dem Elektrizitätswesen die Wirtschaftlichkeit lehrt, um diese Entfaltung weiter vorwärts zu bringen? (Beifall.) Ich denke nicht. Es liegt im Zuge der Zeit, daß, wie auf anderen Produktionsgebieten, auch im Elektrizitätswesen und in der Elektrizitätswirtschaft der Ruf nach Überordnung eingetreten ist. Dann aber, wird er gehört und erfüllt, muß man die Bilanz ziehen; man muß den gegenwärtigen Zustand, den das Gesetz abschaffen will, mit dem künftigen Zustand in Vergleich setzen. Man muß die Soll- und Habenseite, die Aktiv- und Passivposten gegenüberstellen und fragen, welche Vorteile wird das Elektrizitätswesen durch das neue Wirtschaftsgesetz erlangen. Daß eine Überordnung, eine Lenkung des Elektrizitätswesens nicht zu entbehren ist, daß es mit dem Leitungs- bezw. Expropriationsrechte allein nicht geht, sieht jeder ein und findet es gerechtfertigt, wenn an die Stelle der vereinzelten Gemeindekonzessionen ein straffes Regime im Wege der Staatsverwaltung tritt. Dagegen wird kein Freund des Elektrizitätswesens etwas einzuwenden haben. Will man demnach die Elektrizitätswirtschaft vom Banne der einzelnen Gemeindekonzessionen befreien, so wird ein solcher Versuch und eine solche Tat sehr willkommen sein; aber ihr das Joch der Gemeindekonzessionen abzunehmen, um sie unter das Joch der Staatshoheit zu zwängen, sie einer staatlichen Bevormundung, sie einer staatlichen Polizeigewalt, einem polizeilichen Zwangssystem unterzuordnen, das scheint mir die Aufgabe eines Elektrizitätswirtschaftsgesetzes nicht zu sein. (Großer Beifall.) Den Beweis dafür brauche ich nicht weiter zu erbringen. Die Gewährung des Leitungsrechtes habe ich als eine Selbstverständlichkeit bezw. als Naturnotwendigkeit bezeichnet. Welches Recht sonst ist aber den Elektrizitätsunternehmungen durch dieses Wirtschaftsgesetz noch verliehen, womit werden sie bereichert, was dürfen sie denn tun? Vielleicht wird die Bewilligung hieher gezählt, eine Aktiengesellschaft zu bilden und Aktien oder Obligationen auszugeben? (Heiterkeit und Beifall.) Das hat schon einer der Herren Vorredner gestreift, indem er die finanziellen Begünstigungen des Entwurfes mit einer geringschätzigen Handbewegung abgetan hat.

Ich gehe weiter: Welche Gerechtigkeit, mit Ausnahme der Befugnis zur erwerbsmäßigen Tätigkeit, wird den Elektrizitätsunternehmungen mit dem Wirtschaftsgesetze denn verliehen, daß die Staatsverwaltung sich die Berechtigung zueignen darf, dem Elektrizitätsunternehmer eine solche Fülle von Pflichten aufzubinden, wie sie der Gesetzentwurf in einem wohlgerüttelten Maße ihm auferlegt? — — —

Meinem Versprechen getreu, mich nicht in Einzelheiten zu verlieren, will ich, gleich mich auf die drei benannten Gesichtspunkte beschränkend, auf den dritten, das Elektrizitätsrecht, übergehen. Dieser Punkt gipfelt in dem Vorsatz, alles zu tun, was die Elektrizitätswirtschaft fördert, und alles zu unterlassen, was ihr hinderlich im Wege sein könnte. Hier taucht die große Verführerin der finanziellen Beteiligung auf; aber auch sie ist ein Zwang. Daß der Staat sich wirtschaftlich betätigt, daß er mit dem Privatunternehmer in Wettbewerb tritt, ihn konkurrenziert, das wird niemand dem Staate unter gewissen Einschränkungen übelnehmen. Gewiß hatte der Herr Sektionschef Recht, als er im Nachbarsaale auseinandergesetzt hat, daß der Staat über die engen Bezirke des „Nachtwächterstaates" hinauswachsen muß. Ich gebe das ohne weiteres zu; aber vom „Nachtwächterstaate" zum sogenannten, um mich eines wienerischen Ausdruckes zu bedienen, „Heferl-Gucker-Staat", (lebhafte Heiterkeit und Beifall) öffnet sich doch eine gewaltige Kluft, jener Abgrund, der ausgefüllt ist mit den Prärogativen, die sich der Staat in materieller und finanzieller Hinsicht wahrt. Der Beruf der Staatsverwaltung zur wirtschaftlichen Betätigung ist gewiß nicht abzuerkennen; allein ich könnte sie streitig machen, indem ich frage, warum will er sich gerade auf die Elektrizitätswirtschaft verlegen? (Beifall.) Es harren seiner große Aufgaben genug, um sie zu erfüllen. Ich erinnere, abgesehen von seiner Beschäftigung mit der Kriegführung (Heiterkeit) und dem Ernährungsprobleme (Beifall), an das große Werk der Stadtbahnelektrifizierung, welche noch dahinsteht, aus dem einfachen Grunde, weil man sich nicht einmal über den Kardinalpunkt, wem eigentlich die Stadtbahn zugehört, einig ist. (Heiterkeit und Beifall.) Ich erinnere an das Problem der Wasserstraßen, der Donauregulierung, der Ausnutzung der Wasserkräfte zur Elektrifizierung der Vollbahnen, Aufgaben, die tief in die staatlichen und gemeinwirtschaftlichen Interessen eindringen. Ich glaube, keiner Widerrede zu begegnen, wenn ich sage, daß der Staat in dieser Beziehung bisher nichts Zureichendes geleistet hat, es sei denn, daß er in der Verwertung der Wasserkräfte durch eine schädliche Bannlegungs- und Reservierungspolitik einen Hemmschuh auch der privatwirtschaftlichen Ausnutzung dieser Naturschätze angelegt hat. (Beifall und Händeklatschen.)

Die Legitimation des Staates, die Fähigkeit der Staatsorgane zu wirtschaftlicher Tätigkeit, streite ich nicht ab, aber ich streite dem Staate die Fähigkeit ab, solche Erfolge zu erzielen, die sich mit den bisherigen messen können und die es verbürgen, daß er auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens zu einem gedeihlichen Ergebnisse kommt. Man halte mir nicht die Qualifikation und die Eignung der Staatsbeamten zu solchen Dingen vor Augen; ich gehöre zu den letzten, welche der geistigen Tätigkeit, die auf dem Gebiete der Staatsverwaltung geleistet wird, nicht allen Respekt und alle Bewunderung entgegenbringen würden. Aber auch das müssen Sie zugeben, daß die Herren, welche sich dem Staatsdienst widmen, gar nicht die Neigung haben, sich wirtschaftlich oder erwerbstätig zu betätigen; sonst würden sie ganz andere Berufe ergriffen haben, sie wären, wie die Mehrzahl der Anwesenden, auch Fabrikanten, Kaufleute usw. geworden. (Große Heiterkeit und lebhafter Beifall.) Derjenige, der auf der Stufenleiter der Hierarchie zu den höchsten staatlichen Würden aufgestiegen ist, der hat es dann leicht, wenn er, nachdem er einen bestimmten Hochpunkt erreicht hat, auch noch den Drang in sich fühlt, dem Staate wirtschaftliche Vorspanndienste zu leisten. Des Pudels Kern ist also hier derselbe, wie er beim „Gemeindepudel" (Heiterkeit) war: Die Gemeinde wollte eine Aufbesserung ihrer Einkünfte erzielen und hat in der Verwertung der Elektrizität eine neue Einnahmsquelle, ihre angebliche Goldgrube entdeckt, und der Staat ist von der gleichen Begehrlichkeit gepackt. Die Gemeinden haben ihre Gemeindekonzessionsverträge gehabt und sie recht geschickt und häufig rücksichtslos gegen die Unternehmer gehandhabt; das Elektrizitätswirtschaftsgesetz ahmt dies nach und es ist nichts anderes als eine Projizierung der Gemeindekonzession auf die Gerechtsame des Staates.

Ich muß aber hervorheben, daß mir eine Gemeindekonzession trotz aller Beschwerden, die diese Instrumente für den Unternehmer haben, noch als eine viel zahmere Waffe erscheint, weil sie auf freiem Partnerwillen beruht und sie schließlich, wie selbst die Elektrizitätskriege bewiesen haben, eine versöhnende Stellungnahme und einen Ausgleich widerstrebender Interessen nicht abschneidet.

Gegenüber dem Staate aber tritt der Unternehmer in die Stellung eines Hörigen, hier schießt die Allgewalt der Staatsgerechtigkeiten in ihre üppigste Kraft; ja, der Staat erteilt sich mit dem Elektrizitätsgesetz eine Generalvollmacht zur Beteiligung am Geschäfte und am Gewinn und vermag so die Unternehmer zu zwingen, ihn als stillen Kompagnon oder als lauten Associé einzulassen, ob es nun dem Unternehmer zusagt und diesem förderlich ist oder nicht.

Die Beteiligung des Staates ist an keine Zeit und an keine Wertgrenze gebunden und es birgt der Elektrizitätsgesetzentwurf in seiner jetzigen Gestalt jenes Kuckucksei, aus dem der Zwitter und Hermaphrodit gebrütet wird, den der Bericht mit dem schön tönenden Namen „gemischtöffentliches Unternehmen" tauft. (Heiter-

Digitized by Google

keit und Beifall.) Nicht etwa dann, wenn der Privatunternehmer kommt und sagt, ich will ein Elektrizitätsunternehmen errichten, aber mir fehlen die ausreichenden Mittel dazu, wirkt der Staat mit, damit sich das Unternehmen entfalten kann; nein, der Staat überlegt es sich und lehnt möglicherweise ab. Wohl aber kann der Staat kommen und sagen, ich habe das Recht, mich an dem geplanten Unternehmen zu beteiligen und er verhält dann durch seine Machtmittel den Unternehmer, sich jener Assoziation der gemischtwirtschaftlichen Unternehmung anzupassen, wie sie der Staat vorschreibt. Und dies nennt der Motivenbericht Freiheit der Organisation und Freiheit der dazu dienenden Mittel! (Großer Beifall.)

Ich muß daher nachdrücklich aussprechen, daß der Gesetzentwurf auch in dieser Beziehung seinem Vorsatze untreu geworden ist.

Was bleibt von dem Gesetzentwurf noch übrig? Die Verheißung, eine Reform zum Nutzen des Elektrizitätswesens einzuführen, erfüllt er nicht. Er würde sie erfüllen, was auch schon von anderer Seite hervorgehoben wurde, durch die Gewährung des Leitungsrechtes, durch die ergänzende Expropriationsbefugnis; er würde sie erfüllen, indem er dem Unternehmer Mittel und Wege an die Hand gibt, wie er ein Elektrizitätsunternehmen zum ersprießlichen Ziele führen kann, indem er ihm eine sachliche Beratung bietet, wo es sich um die Ermittlung und Absteckung des Absatzgebietes handelt. Was in dem Entwurfe darüber hinausgeht, ist um mit dem Psalmisten zu sprechen, „von Übel", nämlich von Übel für den Unternehmer und nur zum Vorteile des Staates.

Daß nach mehr als 30 Jahren Elektrizitätsentwicklung der Staat mit einem Elixier kommt, dessen Quintessenz darin besteht, daß der Staat unter dem Vorwand der gebotenen Überordnung bevorrechtet wird, die Elektrizitätsunternehmer wie ein Gendarm mit dem Bajonette von der Wiege auf ihrem Lebenswege zu geleiten und es noch am Grabe des Unternehmens aufzupflanzen (große Heiterkeit), quod non, das ist ein Versuch, der der Elektrizitätsindustrie nicht passen kann. Daß er der Industrie nicht passen kann, den Beweis dafür erbringe ich durch die gewonnene Erkenntnis, daß mir alle früheren Elektriziätsgesetzentwürfe trotz des Widerstandes, welcher ihnen von allen Seiten entgegengestemmt wurde und wobei ich ordentlich mitstoßen half (Heiterkeit), doch noch ungleich sympathischer waren. Was hat die Industrie verleitet, den früheren Gesetzentwürfen ein vorzeitiges Grab zu schaufeln? Doch nur der gleiche Unwille über die Bevorrechtung, welche die Staatsverwaltung für sich in Anspruch nimmt. In dieser Situation ist keine Änderung zu verzeichnen. Allein der Staat sucht jetzt, durch gleisnerische, schön klingende Worte die heute noch spröde Schöne in die Laube zu locken (Heiterkeit) und die jetzige Zeit und die Schwierigkeit der wirtschaftlichen Entwicklung ist die richtige Kupplerin dazu (Heiterkeit). Diese Gesinnung ist es denn wahrscheinlich auch, welche die Volksvertretung beherrscht und dieser Wind bläst einem solchen Gesetzentwurf insoferne günstig, als man ihn rasch, mitten im Kriegsgetöse, unter Dach und Fach bringen möchte.

Nachdem ich aber der Auffassung bin, daß der Gesetzentwurf keine Verbesserung gegenüber den früheren Entwürfen und namentlich gegen den jetzigen Rechtszustand bedeutet, kann ich der Privatindustrie nur die ernste und eindringliche Mahnung zurufen, bei ihrer Tugendhaftigkeit zu bleiben. Wenn der Gesetzentwurf den Vorsätzen, welche er vorausgeschickt hat, untreu wird, so möge die Industrie ihren Maximen umso treuer bleiben, welche darauf gerichtet sind, daß die Freiheit und die Entwicklung des privaten Unternehmertums nicht verkürzt werde, weil das allgemeine Wohl darunter leiden würde. Ich habe daher die Ansicht, der Gesetzentwurf habe das Schicksal der früheren zu teilen und den Widerstand gegen dieses Elaborat soll die Privatindustrie unbekümmert fortsetzen. (Langanhaltender Beifall und Händeklatschen.)

Oberstaatsbahnrat **Ing. E. Engel**: Am ersten Abend unserer Wechselrede sind die Vertreter der beteiligten Elektrizitätsindustrien zu Worte gekommen, und es kann gesagt werden, daß die damaligen Ausführungen den Lebensnerv des Elektrizitätsgesetzes stark berührt haben, wenn auch die „Neue Freie Presse" vom 24. März anderer Ansicht war.

Ich möchte nur daran erinnern, daß die grundsätzlichen Bestimmungen, das Ablösungs- und das Heimfallsrecht, die Gewinnbeteiligung und die Geschäftsbeteiligung des Staates von den betreffenden Rednern mit großer Vehemenz angegriffen worden sind, und man kann nicht leugnen, daß das Gesetz mit diesen Hauptbestimmungen steht und fällt.

Auch aus den Ausführungen des Herrn Vorredners war zu entnehmen, daß sich der Widerstand hauptsächlich gegen diese Bestimmungen wendet.

Ich weiß nicht, in welcher Form sich die Gesetzgebung schließlich bewegen wird; jedenfalls ist es nicht unwahrscheinlich, daß das Gesetz doch zustandekommen wird. Ich möchte mir daher zunächst erlauben, einige Bemerkungen zum Gesetzentwurf an sich zu machen.

Im § 2 wird unter Punkt 4 gesagt:

„Ebenso kann für Elektrizitätsunternehmungen, an deren Kapital solche öffentliche Körperschaften in erheblichem Maße beteiligt sind und auf deren Geschäftsgebarung der Staatsverwaltung ein wirksamer Einfluß gesichert ist, eine Konzessionsdauer von 90 Jahren zugebilligt werden".

Ich denke, daß ein Ausdruck wie „in erheblichem Maße" denn doch zu unbestimmt ist.

Es ist schon von Herrn Ing. Adler ausgeführt worden, daß die Bestimmung der „zwingenden volkswirtschaftlichen Rücksichten" im Punkt 2 dieses Paragraphen zu präzisieren wäre. Ebenso wäre es auch wünschenswert, wenn das erhebliche Maß im Gesetze, etwa mit der Hälfte festgelegt werden würde. Es ist Sache der beteiligten Kreise, darüber schlüssig zu werden, welche Beteiligung an dem Unternehmen als „erheblich" zu bezeichnen wäre.

§ 10, Punkt 9, besagt:

„Doch steht der Staatsverwaltung und dem Personal, unbeschadet kürzerer gesetzlicher oder vertragsmäßiger Termine, das Recht der einjährigen Kündigung zu".

Für den Fall, als der Staat das Werk übernimmt, kann er das Personal übernehmen oder es auch kündigen.

Im Motivenbericht steht auf Seite 81, im Absatz 2, daß in diesem Punkt vollständige Parität gesichert sei:

„Der Staatsverwaltung soll, um ungeeigneter oder entbehrlicher Bediensteter sich entledigen zu können, das Recht der einjährigen Kündigung zustehen, ebenso der Parität halber aber auch den Angestellten, unbeschadet kürzerer gesetzlicher oder vertragsmäßiger Termine und selbstverständlich unter Wahrung der Rechte der Bediensteten auf Versorgungsgenüsse, Abfindungen u. a."

Darin liegt für das Personal eine sehr wichtige sozialpolitische Bestimmung. In der Regel sind demselben in den bezüglichen Verträgen die Versorgungsansprüche nur für den Fall gewahrt, als die Kündigung von Seite des Dienstgebers erfolgt. Wenn nun im Falle der Einlösung durch den Staat der wirtschaftlich Schwächere, das ist das Personal, dem Staate als Brotherrn nicht dienen will und von dem Rechte der Kündigung Gebrauch macht, so kann von einer Parität nur dann die Rede sein, wenn das Personal hinsichtlich solcher Ansprüche die gleichen Rechte geltend machen kann, als wenn der Staat gekündigt hätte. Zu diesem Zwecke wäre die oben zitierte Gesetzesbestimmung durch folgenden Zusatz zu ergänzen: „wobei es hinsichtlich der Rechte der Bediensteten auf Versorgungsgenüsse, Abfindungen u. dgl. keinen Unterschied macht, von welcher Seite die Kündigung erfolgt ist".

Bei der Erörterung des § 16, betreffend die Eigenanlagen, durch den Herrn Sektionschef v. Krasny habe ich den Eindruck erhalten, daß die Eigenanlagen von Haus aus berechtigt sein sollen, Überschüsse an Energie an andere abzugeben. Nach Punkt 2 des § 41, betreffend die Vollzugsvorschrift, kann dagegen durch Verordnung bestimmt werden, unter welchen Voraussetzungen Elektrizitätsanlagen, die nur einen geringfügigen Teil der erzeugten Energie an andere abgeben, als Eigenanlagen im Sinne dieses Gesetzes zu behandeln sind. Ich halte es für bedenklich, eine derartige Bestimmung dem Verordnungswege zu überlassen, vielmehr scheint es viel zweckmäßiger, wenn beim § 16 als erster Punkt gesagt wird: „Eigenanlagen sind auch dann als solche anzusehen, wenn sie höchstens (beispielsweise ein Zehntel) der im Betriebe erzeugten Energie in gleicher Weise wie Elektrizitätsunternehmungen an andere abgeben". Es braucht nicht gerade ein Zehntel schon die richtige Ziffer zu sein; es wäre aber zweckmäßig, sie im Gesetze bei § 16 festzulegen. Selbstverständlich entfällt dann der erste Hauptsatz des oben angeführten Punktes 2 des § 41.

Im § 17 wird die Konzessionserteilung dem Staate vorbehalten. In Frankreich besitzen unter Umständen auch Gemeinden oder Gemeindeverbände das Recht der Konzessionsverleihung. In der Schweiz ist eine Konzession für Gemeinwesen überhaupt nicht erforderlich. Schließlich kann man sich damit abfinden, daß es im Interesse des einheitlichen Wirtschaftsplanes gelegen ist, dem Ministerium für öffentliche Arbeiten die Konzessionserteilung vorzubehalten.

Was anderes ist es mit dem Verfahren für die Baugenehmigung (§ 18 bis 21). Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß gerade jene Interessenten, welche an dem beschleunigten Verfahren das größte Interesse hätten, die Schaffung bloß einer Instanz nicht für zweckmäßig erachten, weil sie befürchten, daß ihnen für den Fall, als an die Baugenehmigung zu harte Bedingungen geknüpft werden, kein Mittel einer Remedur zusteht. Der Verwaltungsgerichtshof hat nicht die Möglichkeit, sich mit derartigen Verbesserungen oder Abänderungen abzugeben; er hat sich mit der Sache nur in formeller Beziehung zu befassen. Es ist der Wunsch rege geworden, eine zweite Instanz zu schaffen, ja, es ist sogar vorgeschlagen worden, man soll im Ministerium für öffentliche Arbeiten, etwa bei der Elektrizitätskommission, eine Berufungsstelle schaffen. Ein zweiter Vorschlag ging dahin, beim Verwaltungsgerichtshofe einen besonderen Be-

Digitized by Google

rufungssenat unter Zuziehung von Fachmännern zu bilden; eine so weitgehende Änderung des Gesetzes wäre meiner Meinung nach nicht nötig. Vielleicht wäre es zweckmäßig, den politischen Landesbehörden, welche dadurch, daß sie derzeit als Gewerbebehörden das Verfahren für die Genehmigung von Elektrizitätsanlagen abzuführen haben und daher mit den Verhältnissen vertraut sind, das Recht der Baugenehmigung zuzugestehen. Fühlt sich jemand durch die Verfügungen der Landesbehörde beschwert, so soll ihm das Rekursrecht an die höhere Instanz, das ist das Ministerium für öffentliche Arbeiten, zustehen. Wenn mehrere Länder an einer solchen Baugenehmigung beteiligt sind, so hat dies nichts zur Sache. Es kommt auch bei den Eisenbahnen vor, daß Begehungen und Verhandlungen an den Grenzen von mehreren Kronländern vorzunehmen sind, wo also mehrere Statthaltereien zu entscheiden haben. In diesem Falle werden die Entscheidungen der Statthaltereien in einen gewissen Zusammenhang gebracht. Ich halte also dafür, die Landesbehörden als erste Instanz festzusetzen, damit der Beschwerdeweg an das Ministerium für öffentliche Arbeiten offen bleibt.

Ein wichtiges Postulat der gesamten Technikerschaft ist der Wunsch nach Vereinheitlichung der wasserrechtlichen Instanz. Herr Sektionschef v. Exner hat die Geschichte vom Regentropfen in bezug auf die wasserrechtliche Kompetenz so oft erzählt, daß ich sie hier nicht zu wiederholen brauche. Derzeit haben in Österreich die politischen Bezirks- oder Landesbehörden die wasserrechtlichen Entscheidungen erster Instanz zu treffen. Ich halte es nicht für angezeigt, in dem Augenblicke, da das Elektrizitätsgesetz geschaffen werden soll, welches die vollständige Ausnutzung der Wasserkräfte zum Ziele hat, wiederum das Ackerbauministerium als einzige Instanz einzusetzen (§ 23), welchem in wasserrechtlichen Fragen der Elektrizitätswirtschaft die Entscheidung vorbehalten wird. Vielleicht könnte gerade der vorliegende Anlaß benützt werden, um wenigstens einmal damit den Anfang zu machen, dem Ministerium für öffentliche Arbeiten die Kompetenz in wasserwirtschaftlichen Angelegenheiten einzuräumen.

Eine weitere Schwierigkeit, welche das Gesetz schafft, besteht in den Entscheidungen über Vergütungen, Entschädigungen usw., an die durch Leitungsrechte Betroffenen, welche grundsätzlich den ordentlichen Gerichten überlassen werden. Insbesondere bestimmt der Punkt 8 des § 3 des Gesetzentwurfes hinsichtlich der Mitverantwortlichkeit des Besitzers einer durch Leitungen berührten Liegenschaft bei Beschädigungen, daß nur ein vom Richter unter Würdigung aller Umstände festzusetzender Teil des Schadens zu ersetzen ist. Ebenso entschieden wird die Ausschließlichkeit des gerichtlichen Verfahrens im § 37 zum Ausdruck gebracht, wo die beim Zusammentreffen elektrischer Anlagen erforderlichen Maßnahmen erörtert werden, deren Kosten in der Regel die Unternehmung der neu hinzutretenden Anlage zu tragen hat. Im Punkt 3 dieses Paragraphen heißt es nun: „Vermag die Unternehmung der neuen Anlage nachzuweisen, daß anläßlich dieser Maßnahmen der älteren Unternehmung erhebliche Vorteile erwachsen, so kann sie die verhältnismäßige Anteilnahme der letzteren an den Kosten verlangen. Streitigkeiten über die Aufteilung der Kosten entscheiden die ordentlichen Gerichte". Wer jemals Entschädigungsverhandlungen vor Gericht mitgemacht hat, der wird zugeben, daß die Ausschließlichkeit des gerichtlichen Verfahrens einer der wundesten Punkte des Gesetzentwurfes ist. Solche Angelegenheiten können kürzer und leichter im administrativen Wege auf Grund des Verfahrens bei den Kommissionen ausgetragen werden, wie dies zum Beispiel in Italien der Fall ist. Dort heißt es: „Im Falle der Meinungsverschiedenheit ist die vom technischen Büro festzusetzende Entschädigung zu leisten". Wenn das in Italien geht, könnte es auch bei uns gehen. Jedenfalls ist die Tatsache feststehend, daß die Entschädigungsprozesse zu den langwierigsten gehören, weil den rechtskundigen Parteienvertretern und den ordentlichen Richtern das Verständnis für die Sache in der Regel vollständig fehlt.

Ich habe die äußerst dankenswerte Zusammenstellung des Motivenberichtes über die in anderen Ländern, und zwar auf der ganzen Erde, auf diesem Gebiete bestehenden Gesetze dazu benutzt, um einen Vergleich anzustellen zwischen dem, was in anderen Kulturstaaten auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaftsgesetzgebung oder durch besondere Maßnahmen festgelegt ist, mit dem, was unser in Behandlung stehender Gesetzentwurf in dieser Richtung bietet. Ich will diesen Vergleich an einigen Beispielen kurz skizzieren, indem ich vorausschicke, daß ich hiebei vorzüglich auf die wesentlichsten Bestimmungen eingehe, als da sind: Konzession, Baugenehmigung, Enteignung, Leitungsrecht, Ablösungs- und Heimfallsrecht, Tarifhoheit, Kontrahierungszwang, Geschäftsaufsicht und Gewinnbeteiligung.

Im Großherzogtum Baden sind diesbezügliche Bestimmungen nur für den Fall vorgesehen, wenn die Errichtung einer wasserwirtschaftlichen Anlage beabsichtigt ist. In diesem Falle wird die Konzession in der Regel auf unbeschränkte Dauer erteilt. Der Staat hat ein Ablösungsrecht, aber kein Heimfallsrecht. Die Tarifhoheit hat er sich gewahrt, ebenso den Kontrahierungszwang und die Geschäftsaufsicht; die Gewinnbeteiligung für den Fall, als er selbst aus dem Werke Kraft bezieht, indem er das Recht hat, bei Energiebezügen für staatliche Zwecke einen gewissen Rabatt zu verlangen.

Im Königreiche Bayern bestehen allgemeine Richtlinien über Ablösung, Tarifhoheit und Kontrahierungszwang auf Grund eines allgemeinen Wirtschaftsplanes für Elektrizitätswerke. Im besonderen werden die einzelnen Verhältnisse im Wege eines Vertrages festgestellt, in welchem auch die Dauer der Konzession bestimmt wird, also nicht durch das Gesetz. Es besteht die grundsätzliche Berechtigung des Staates, das Unternehmen zu erwerben; ebenso ist die Tarifhoheit und der Kontrahierungszwang eingeführt. Im Einzelvertrage wird die Verlängerung der Konzessionsdauer vorgesehen. Das Leitungsrecht besteht auf öffentlichem Gut; die Ablösung kann erfolgen. Heimfallen kann nur, was sich auf Staatsgrund befindet. Die Tarifhoheit und der Kontrahierungszwang bestehen für gewisse Fälle; der Staat behält sich das Recht der Geschäftsaufsicht vor. Die Gewinnbeteiligung geschieht in der Form eines Rabatts bei Energiebezügen für staatliche Zwecke.

Im Königreich Preußen besteht kein Gesetz, sondern lediglich ein Runderlaß, der Richtlinien gibt, womit auch die Tarifhoheit angestrebt und das Leitungsrecht nur bezüglich der auf Staatsgrund gelegenen Leitungen gesichert wird.

In Sachsen liegen die Verhältnisse insofern grundsätzlich anders, als der Staat selbst die Energiebeschaffung besorgen will.

In Württemberg ist eine Konzession nicht erforderlich. Man verlangt nur eine Baugenehmigung; Leitungsrecht besteht auf öffentlichen Gründen a priori. Andere Vorsaussetzungen für die Schaffung von Elektrizitätsanlagen werden nicht gefordert.

Am ähnlichsten mit den Bestimmungen des österreichischen Gesetzentwurfes sind die gesetzlichen Vorschriften in Frankreich. Es wird jedoch von Fall zu Fall im Wege der Konzession die Dauer derselben festgestellt. Für gemeinnützige Unternehmungen besteht das Enteignungs- und Leitungsrecht ohne Beschränkung; dagegen sind auch hier das Ablösungsrecht, dann das Heimfallsrecht, allerdings mit gewissen Beschränkungen, die Tarifhoheit, der Kontrahierungszwang (gegen Abnahmegarantie) und gewisse Rabatte für Energiebezüge durch den Staat, die Departements oder einzelne Gemeinden vorgesehen.

In Großbritannien hat sich die Gesetzgebung anfänglich nur mit Beleuchtungsanlagen, die allein als gemeinnützig galten, befaßt, nach und nach aber auch auf die anderen elektrischen Anlagen erstreckt; heute besteht auch dort die Einrichtung der Konzession mit individueller Dauer, das Ablösungsrecht, die Tarifhoheit und der Kontrahierungszwang; man spricht in Großbritannien merkwürdigerweise aber nicht vom Heimfallsrechte, obwohl dort bekanntlich aller Grund und Boden, wenigstens in London, Staatseigentum ist.

Ich übergehe einzelne Staaten, in denen wesentliche gesetzliche Beschränkungen für Elektrizitätsanlagen nicht bestehen und komme nun zur Schweiz, wo sich der Eingriff des Staates auf die Elektrizitätswirtschaft, ähnlich wie in Baden, auch nur dann geltend macht, wenn es sich um die Bewilligung von wasserwirtschaftlichen Rechten handelt. In diesem Falle ist im allgemeinen eine Konzession notwendig. Es wird darin das Enteignungsrecht gesichert, dagegen das Recht, daß nach einer gewissen Zeit die Ablösung erfolgen kann, vorbehalten; auch die Tarifhoheit, Geschäftsaufsicht und Gewinnbeteiligung sind vorgesehen.

Ungarn hat sich nur die Tarifhoheit für den Fall gewahrt, als Begünstigungen, wie Steuerfreiheit, gewährt werden; es ist dies das bekannte Gesetz über die Industrieförderung.

In Österreich nun haben wir einen Gesetzentwurf, der die Stark- und Schwachstromleitungen behandelt, für Elektrizitätsanlagen (mit Ausnahme der Eigenanlagen) den Konzessionszwang, das Enteignungs- und Leitungsrecht einräumt, dagegen dem Staate das nahzeu unbeschränkte Ablösungs- und Heimfallsrecht, die unbedingte Gewinnbeteiligung, Geschäftsaufsicht und Tarifhoheit sichert, den Elektrizitätsanlagen den Kontrahierungszwang auferlegt und eine staatliche Förderung der Elektrizitätswirtschaft zusichert, die in der beabsichtigten Form, wie wir von berufener Seite gehört haben, nicht sonderlich hoch eingeschätzt wird.

Überhaupt geht in den sogenannten wirtschaftlichpolitischen Maßnahmen der österreichische Gesetzentwurf weiter als die einschlägigen Bestimmungen des Auslandes. Er bietet wohl ein nahezu unbegrenztes Leitungs- und Enteignungsrecht. Nur möchte ich die Frage aufwerfen, ob hiezu ein besonderes Gesetz notwendig ist. Das Eisenbahnkonzessionsgesetz beruft sich von vornherein auf § 365 des A. b. G. B., wendet diesen Paragraphen sogar auf Schleppbahnen an, und auch das Enteignungsgesetz für Eisenbahnen ist nichts als eine Art Durchführungsvorschrift zu § 365 des A. b. G. B. für spezielle Eisenbahnzwecke. Der Gesetzentwurf über Elektrizitätswirtschaft aber beruft sich nicht mehr auf diesen Paragraphen, sondern sagt schlechtweg im § 4:

Digitized by Google

„Elektrizitätsunternehmungen kann konzessionsmäßig das Recht eingeräumt werden, sofern die Leitungsrechte zu der technisch und wirtschaftlich zweckmäßigen oder aus Rücksichten der Landesverteidigung gebotenen Durchführung der behördlich genehmigten Pläne nachweisbar nicht hinreichen . . . . . die Enteignung fremden Eigentums . . . in Anspruch zu nehmen . . ."

Der Gesetzentwurf nimmt also alle Elektrizitätsunternehmungen von vornherein als gemeinnützig an. Wenn das aber der Fall ist, dann ist eigentlich eine besondere Bestimmung über das Enteignungsrecht nicht notwendig, denn wenn der Staat will, kann er jede Elektrizitätsunternehmung als gemeinnützig bezeichnen, wie er es bei den Bahnen auch macht und kann ihnen das Leitungs- und Enteignungsrecht einräumen.

Der Gesetzentwurf und die erläuternden Bemerkungen hiezu betonen nachdrücklich, daß der Staat die Elektrizitätswirtschaft fördern will.

Nun möchte ich auf Preußen zurückkommen. Der preußische Staat hat kein Elektrizitätsgesetz. Es besteht in Preußen nur ein Runderlaß des Ministers und in diesem heißt es merkwürdigerweise: „Die im allgemeinen Interesse zu erhebenden Forderungen lassen sich nicht allgemein vorschreiben. Es fehlt noch an den erforderlichen Erfahrungen; vor allem sind aber die in Betracht kommenden Verhältnisse so verschieden, daß eine gleichmäßige Behandlung aller Fälle nicht möglich ist".

Wir haben sowohl aus dem Motivenberichte wie aus dem Vortrag des Herrn Sektionschefs Dr. v. Krasny erfahren, in welch ungleich bedeutenderem Maße Elektrizitätsunternehmungen in Deutschland, also gewiß auch in Preußen, vorhanden sind als bei uns. Dort hat man aber „noch nicht die nötige Erfahrung", um sich zu einem Gesetze aufzuschwingen. Der Staat macht dort nichts anderes, als daß er sich an Elektrizitätsunternehmungen beteiligt. Er will vorläufig nur auf eine rationelle Elektrizitätswirtschaft Einfluß nehmen, und es wird schon die Zeit kommen, wo die Verhältnisse so geregelt sind, daß er auch mit einem Gesetz hervortreten kann. Bei uns, dem weniger mit Elektrizität versorgten Lande, sind aber die notwendigen Erfahrungen schon vorhanden! Das Gesetz arbeitet zweifellos auf ein Monopol hin. Das zeigt schon die Art, wie man das Heimfallsrecht vorbereitet. Will der Staat die Elektrizität fördern, dann hat er Möglichkeiten genug, sich, wie in Preußen, an den Unternehmungen aktiv mit Kapital zu beteiligen. Es wird zuerst notwendig sein, die technischen Richtlinien für die Elektrizitätsversorgung festzustellen; es wird notwendig sein, ein geordnetes Konzessionsverfahren zu bestimmen, es wird eine technische Einheit notwendig sein, damit es tatsächlich durchführbar ist, die Verhältnisse der verschiedenen Elektrizitätswerke mit der Zeit einheitlich zu gestalten. Zu diesem letzteren Zwecke insbesondere ist es wünschenswert, daß eine Elektrizitätskommission eingesetzt wird. Alle diese Verhältnisse lassen sich zweckmäßig und einwandfrei durch ein Gesetz, vielleicht sogar bloß durch eine Verordnung regeln.

Aber erst wenn der österreichische Staat auch über die erforderlichen Erfahrungen verfügt, wird der Zeitpunkt für ein Gesetz über Elektrizitätswirtschaft gekommen sein.

Es handelt sich für die nächste Zukunft darum, Elektrizitätswerke zu schaffen. Dazu kann ein Gesetz, das die Aufgabe hat, gewissermaßen ordnend zu wirken, nicht unmittelbar dienen; allein, es bleibt uns die Hoffnung, daß sich auch bei uns wie in Preußen endlich der Grundsatz geltend machen dürfte, welchen der größte Denker aller Zeiten aussprach, in dem er sich von der Vorstellung: „Im Anfang war das Wort!" zur Erkenntnis durchgerungen hat: „Im Anfang war die Tat"! (Lebhafter Beifall und Händeklatschen.)

Dr. Josef Langer: Eine erschöpfende Erörterung meiner Bedenken gegen den Entwurf muß ich einer anderen Gelegenheit vorbehalten; ich begnüge mich, vorläufig darauf hinzuweisen, daß ich als Vertreter des Elektrotechnischen Vereines die Ehre hatte, im Oktober 1908 in der vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten veranstalteten Enquete über legislative und administrative Angelegenheiten des Elektrizitätswesens fast alle Punkte, mit denen sich der Entwurf befaßt, und besonders auch die normativen Bestimmungen eines Konzessionsgesetzes eingehend zu besprechen. Meine damaligen Ausführungen sind in E. u. M. 1908, Heft 48, abgedruckt. Zum allgemeinen Befremden werden die Ergebnisse dieser Enquete im Erläuterungsbericht vollständig übergangen.

Heute will ich Ihre Aufmerksamkeit nur auf einzelne Punkte lenken, in denen der letzte Regierungsentwurf, nicht zu seinem Vorteil, von den Vorbildern in der Gesetzgebung des Auslandes absticht. Hiebei muß betont werden, daß die uns wirtschaftlich nahestehenden Länder des Deutschen Reiches und der Schweiz bisher selbst die gewerbemäßige Elektrizitätswirtschaft nicht als eine dem Staate vorbehaltene Tätigkeit, als ein Regal, behandeln, wie es dem Entwurf vorschwebt und von mir vor zehn Jahren angekündigt wurde.

In keinem anderen Lande nimmt die Staatsverwaltung eine solche Machtfülle in Anspruch wie im Entwurf. Die gesamte Elektrizitätswirtschaft will sie ihrer Gewalt unterwerfen. Über diese Absicht darf man sich keiner Täuschung hingeben, denn für die Beurteilung sind nicht die unverbindlichen, alle Beteiligten beschwichtigenden Bemerkungen des Erläuterungsberichtes, sondern nur der bindende Wortlaut des Gesetzentwurfes maßgebend. Die neue Vorlage der Regierung trägt allerdings durch die Gewährung der Leitungsrechte und des Enteignungsrechtes, durch die Zusammenlegung der Verfahren, durch die Einräumung des Durchzugsrechtes, durch die Behandlung der Erzeugungsstätte und des Leitungsnetzes als einheitliche Sache, durch den strafrechtlichen Schutz Forderungen Rechnung, die der Elektrotechnische Verein seit Jahrzehnten im volkswirtschaftlichen Interesse erhoben hat, und muß insoferne als ein, wenn auch mühsam und allmählich abgerungener Fortschritt im Vergleiche zu den früheren Entwürfen anerkannt werden. Aber der Vorwurf kann ihm nicht erspart bleiben, daß er sich über die Stellung der Lokalverwaltung in der gewerbemäßigen Elektrizitätswirtschaft hinweggesetzt und durch diese mechanische Behandlung des Problems seine Aufgabe zu leicht gemacht hat. Man darf doch nicht übersehen, welche Bedeutung gerade die der Gemeindeverwaltung unterstehenden öffentlichen Wege als Absatzgelegenheiten besitzen, man darf die tatsächlichen Machtverhältnisse, die Aufwendungen der Städte für die Elektrizitätsversorgung nicht unterschätzen. Erklären doch diese Umstände, warum in allen Staaten, und selbst in jenen mit straffer Zentralisation der Verwaltung, den Gemeinden oder Gemeindeverbänden die Stromabgabe, zumindest für Licht, vorbehalten wird. Auch die meisten Anhänger des kühnen Planes staatlicher Großerzeugung der Elektrizität wollen den Einfluß der Lokalverwaltung auf die Stromverteilung nicht ausschalten.

Die strenge Bevormundung und drückende Gebundenheit, die der Entwurf der Elektrizitätsunternehmung auferlegen will, findet man in keiner anderen Gesetzgebung. Der Produktionsprozeß wird in allen Phasen in technischer und wirtschaftlicher Richtung dem Befehl und der Aufsicht der Staatsverwaltung unterstellt. Man begnügt sich nicht mit der Vorsorge für künftige Überführung der Großerzeugungsanlagen mit monopolistischem Charakter in den staatlichen Besitz, die Staatsverwaltung will vielmehr dem Unternehmer, trotzdem er die Mittel aufbringen und die Gefahr tragen soll, den Standort, das Versorgungsgebiet, die Gestaltung der Anlage und die gesamte Gebahrung in allen Einzelheiten vorschreiben. Der Entwurf schwimmt im Kielwasser von Doktrinen, die die Probe der Praxis noch nicht bestanden haben und mangels der räumlichen und zeitlichen, sachlichen und persönlichen Bedingtheiten für Österreich mit seiner Differenziertheit und seinem langsamen Marschtempo in den nächsten Jahrzehnten gewiß nicht als Kanon gelten können. Obgleich Feuerungsanlagen aller Art nach Belieben errichtet werden dürfen, soll der Bau von Elektrizitätswerken „aus volkswirtschaftlichen Rücksichten" zurückgedrängt oder unterdrückt werden können, einem systematischen Wirtschaftsplan zuliebe, der noch nicht das Licht der Welt erblickt hat. Dabei ist im Auge zu behalten, daß die Staatsverwaltung ohnehin mittels des Verfügungsrechtes über die Staatsstraßen und die Bahngelände in der Lage ist, auf eine Abrundung der Versorgungsgebiete einzuwirken, daß es nur in ihren Händen liegt, durch einsichtige Ausübung des Verleihungsrechtes eine Ausnutzung der Wasserkräfte und ihrer wirtschaftlichsten Gefällsstufen herbeizuführen. Aber die wahrlich nicht auf Rosen gebettete und keineswegs durch hohe Gewinne verwöhnte Elektrizitätswirtschaft Österreichs muß sich die Rolle des Schuldbeladenen gefallen lassen, weil sie „in einem anderwärts längst überwundenen Stadium" steckt und durch staatliche Lenkung erlöst werden muß. Was nutzt ihr der Hinweis, daß kein anderer Industriezweig ein so starkes Gepräge gemeinwirtschaftlicher Regelung zeigt, daß sie sich selbst die Sicherheitsvorschriften gab und die letzteren auch für die Staatsorgane als Richtschnur gelten? Der österreichischen Elektrizitätswirtschaft droht seit etwa 30 Jahren die Gefahr, dem Hang zu Experimenten geopfert zu werden. Hoffen wir, daß sie diesmal einem solchen Schicksal entrinnt!

Wer die wahre Sinnesrichtung des Entwurfes ermitteln will, versuche zu erforschen, welche Unsumme von Lasten der Unternehmung aufgebürdet werden, so, um nur einiges zu erwähnen, Aushilfe- und Unterstützungspflicht, Reservierungspflicht, Pflicht zur Dotierung eines Erneuerungsfonds, der unentgeltlich beim Heimfall übergeht (§ 7), Gewinnabgabe (§ 9), Wiederherstellungspflicht (§ 11), staatliches Ablösungsrecht (§ 10) und Heimfallsrecht (§ 12) und nicht zu vergessen der Tarifhoheit (§ 8), die dem Beliehenen die Aussicht auf einen Ersatz seines Unternehmerrisikos fast völlig verschließt und das erwartete Mindesterträgnis als Obergrenze festlegt. Lehrreich ist es beispielsweise nebeneinander zu halten, was über den Heimfall der Entwurf im § 12 und Gesetze und Staatsverträge des Auslandes, wie das schweizerische Wassergesetz von 1916 im Art. 67, das Berner Wassergesetz von 1907, der bayrische Staatsvertrag mit den Lechwerken usw. bestimmen. Eine Bedachtnahme auf das Unvermögen, Teile der Anlage zu amortisieren, ist dem Entwurf fremd. Im Gegenteil, die Unternehmung muß (§ 12, Punkt 2) Hypothekar- oder Anlehensschulden, auch wenn sie sie nicht tilgen

Digitized by Google

konnte, auf sich nehmen und die Anlagen lastenfrei und ohne irgend ein Entgelt abtreten. Die Besorgnis des schweizerischen Gesetzgebers (Art. 48, Absatz 2, Wassergesetz), daß durch eine Häufung der dem Beliehenen zugemuteten Leistungen die Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft wesentlich erschwert werden könnte, scheint den österreichischen Entwurf nicht zu bedrücken!

Ohne Vorbild in der Gesetzgebung des Auslandes ist die Bestimmung im § 16, Punkt 3, und im § 27, denen zufolge das Ministerium über die Zulässigkeit einer Eigenanlage unter Rücksichtnahme auf die planmäßige und einheitliche Versorgung zu entscheiden hat. Hiemit würde, wenn auch verschleiert, der Anschlußzwang zum Gesetz erhoben werden. Gegen eine derartige Bestimmung muß Einspruch erhoben werden. In keinem Staate ist die Freiheit der Eigenanlage bisher angetastet worden und in England, das unter verfehlten Experimenten seiner Elektrizitätspolitik schwer zu leiden hat, wird über diese Frage lediglich diskutiert, ohne daß die Anhänger des Anschlußzwanges eine Mehrheit für sich hätten. In Deutschland und der Schweiz hat sich meines Wissens keine sachkundige Stimme für einen derartigen Eingriff eingesetzt. Und selbst die Befürworter eines Staatsmonopols machen vor dem Recht auf die Eigenanlage halt. Mit gutem Grund, weil das Werturteil bei Abwägung der Vorteile von Eigenanlage oder Anschluß vielfach nicht leicht zu fällen ist, weil nur durch die Freiheit der Eigenanlage der Abnehmer, und besonders der Industrielle, einen angemessenen Rabatt, eine entsprechende Preisstellung erreichen kann, weil die Eigenanlage ein Bollwerk gegen wirtschaftliche, politische, nationale Ausschreitungen ist. Als rühmliches Zeugnis wirtschaftlichen Weitblickes ist die Ablehnung des Anschlußzwanges durch die Vereinigung der österreichischen Elektrizitätswerke hervorzuheben.

Schon 1908 habe ich mich gegen ein Elektrizitätsbuch ausgesprochen, weil hieraus, zumal für die kleinen und mittleren Werke, beträchtliche und überflüssige Arbeiten und Unkosten erwachsen werden. Zur Hebung des Realkredites empfahl ich unter Hinweis auf eine schweizerische Gesetzesbestimmung, das Leitungsnetz als Bestandteil des Werkes zu erklären. Um Zweifel zu zerstreuen, könnte dies bei der Grundbucheinlage des Werkes durch eine grundbücherliche Anmerkung ersichtlich gemacht werden. Der Entwurf hat im § 15, Punkt 1, einen ähnlichen Rechtsatz aufgenommen und beschwert dennoch die Unternehmungen mit der Einrichtung des Elektrizitätsbuches, das lediglich auf eine Vermehrung von Schreibwerk ohne erheblichen Nutzeffekt hinauslaufen wird.

Die Mahnung des Professors v. Philippovich, eines hervorragenden Wirtschaftspolitikers, bei der Wiederkehr normaler politischer Verhältnisse Ersparungen in der Verwaltung zu machen und der ungeheueren Verschwendung mit der Schaffung von Beamtenstellen ein Ende zu bereiten, sollte nicht in den Wind geschlagen werden. Auch angesichts dieses Entwurfes darf die Warnung vor Leerlaufarbeit nicht verstummen. Nur durch produktive Arbeit, zu der in erster Linie die schaffende und schöpferische Persönlichkeit mit Tatkraft und Wagemut berufen ist, kann der durch den Krieg zerrüttete Wirtschaftskörper genesen, können Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie leistungsfähiger werden!

Oberbaurat **Ing. Engelmann.** Gestatten Sie mir einige Worte als demjenigen, welcher die Elektrizitätsförderung sozusagen für sich selbst durchzuführen berufen war, als die Elektrisierung der Mariazeller Bahn und Anlage des zugehörigen hydroelektrischen Kraftwerkes durchzuführen war. Sie haben aus den Ausführungen gehört, daß es wohl Sache der Gemeinden, und zwar der kleinsten wie der größten, sein kann, und daß es vielleicht auch Sache der Länder sein kann, als Unternehmer aufzutreten; nicht aber — und da muß ich mich gegen meine frühere Überzeugung durchringen — ist es die Staatsverwaltung. Die Abschaffung des so viel verlästerten Manchesterliberalismus ist von einer großen Partei auf ihre Fahne geschrieben worden. Jenes Prinzip ist sicherlich in manchen Belangen verwerflich und zum Teile mit großer Vorsicht zu behandeln. Bei Nichtanwendung jenes Prinzips ist ein großer Mann, Exzellenz Pattai, auf meiner Seite gestanden und unser spezielles Ziel ging dahin, der Verländerung bezw. Monopolisierung des Elektrizitätswesens zum Durchbruche zu verhelfen. Es kam nach großem Kampfe im niederösterreichischen Landtage, das Landeselektrizitätswerk zustande, zu dem ausgesprochenen Zwecke, um eine Bahn zu elektrifizieren. Sie sehen dabei im Kleinen, was der Gesetzentwurf im großen weitausgreifend auf allen Zweigen anstreben will. Zuerst ist die Kodifizierung im kleinen Kreise der Landesverwaltung erfolgt, dann kamen die Verhandlungen, die mit den verschiedenen Zweigen der Staatsverwaltung gepflogen werden mußten, weil der ganzen Angelegenheit das dem Staate zustehende Heimfalls- und Ablösungsrecht der Bahn nebst allem Zubehör anhaftet. Diese Verhandlungen waren keineswegs schleppend und könnte fürderhin ein solcher Vorgang auch bei den zu schaffenden Großunternehmen platzgreifen. Dazu bedarf es keiner gesetzlichen Regelung außer der Instanzenvereinheitlichung. Im Stadium der Konzessionsverhandlungen können die Bedingungen festgestellt werden, unter welchen das Heimfalls- oder Ablösungsrecht vollzogen werden soll, dann hat der Staat, was dem Staate gebührt, und der Staat erreicht auch das, was er durch das Gesetz anstrebt: die langsame Vereinheitlichung der Elektrizitätswirtschaft. Ich sage nicht, daß der Staat durch das Gesetz die völlige Monopolisierung anstrebt, aber er geht durch die geplante gänzliche Bevormundung der Elektroindustrie sicher zu weit. Wenn ich den Saldo aus meinen Erfahrungen ziehe, so muß ich Folgendes sagen: Wenn wir ein großes Verwaltungsorgan aufstellen, in welchem alle Interessentenkreise vertreten sind, so wird das keine nützliche Zusammenarbeit, sondern eine Divergenz der Interessenbelange zur Folge haben. Denn schließlich trachtet jeder vom Staate Berufene oder die Privatinteressen Vertretende „seinem Herrn" zu dienen. Bei einem übergroß werdenden Staatsbetriebe der „Elektrizitätsförderung" wird die Organisation durch Vermehrung und Einrichtung aller möglichen Ressortstellen unverhältnismäßig wachsen. Ein Direktor mit eigener Initiative ist bei diesem Verwaltungsapparat unmöglich und es wird solcherart schließlich der ganze Apparat, wie ein Herr heute treffend gesagt hat, zum Leerlaufe gelangen, so zwar, daß nicht nur dieses „Staatsunternehmen", sondern auch die von ihm geförderte Elektrowirtschaft schließlich zugrunde gehen muß. Bei den kleinen Werken, die ich mitschaffen geholfen habe, ist es durch solche „Förderung" nicht soweit gekommen, aber bei einem größeren Werke konnte man dies ersehen, das war die Verstaatlichung der Bahnen.

Als wir unsere Mariazellerbahn im Anfangsstadium gehabt haben, habe ich in einem Vortrage gesagt, es wird bei den Privat-Bahnen, die mit 60% Auslagen gearbeitet haben, nach Verstaatlichung zu einem weit höheren Betriebskoeffizienten kommen, etwa 83%, und das ist pünktlich sogar bei der Nordbahn eingetreten. Wir sehen daraus, daß der Staat nicht den Beruf und die Möglichkeit hat, sich kaufmännisch zu betätigen. Das ist meine durch berufliche Erfahrungen gewonnene Überzeugung, die leider in der Praxis zutrifft.

Das Gesetz beinhaltet einen einzigen und löblichen Zweck: Die Förderung des Elektrizitätswesens. Dieser Zweck ist erreicht durch die Enteignung, durch die Zinsengarantie und durch Steuermaßnahmen, das heißt man soll die Werke besteuern, so hoch als nur möglich, wenn sie tragen; man soll sozusagen den Steuerträger nehmen, solange er warm ist (Heiterkeit), aber man soll ihn nicht kalt machen, wie es das Gesetz tun würde und dem Toten — wie ein Vorredner sagte — auch noch den Gendarm auf das Grab pflanzen zur Verhinderung eines Nachwuchses. (Heiterkeit.)

Eine weitere Förderung erblicke ich in Maßnahmen für die Elektrizitätstransportleitungen.

Es ist von mir und Herrn Prof. Hochenegg unter anderem schon am Wassertage in Salzburg über das „Reichsnetz" gesprochen worden. Der Staat soll bei jeder Konzessionsverhandlung darauf hinarbeiten, daß nicht ein Werk mit 45·5 das andere mit 46 Per/s usw. arbeitet. Es möge langsam und zielbewußt die Vereinheitlichung der Werke zustande gebracht werden; ich möchte dem Staate auch ohne weiteres überlassen, ein großzügiges Elektrizitätsleitungsnetz zu schaffen, wie es das Transportnetz der Bahnen ist, und wenn sich ein Steuerträger bei einem Elektrizitätsunternehmen zu einem höheren Gewinnprozentsatz hindurcharbeitet, dann kann ja der Staat von seinem Einlösungsrecht Gebrauch machen.

Ich hege die bestimmte Erwartung, daß es im Parlament so praktisch denkende Köpfe geben wird, daß dieser Gesetzentwurf ohne grundlegende Abänderungen nicht leichtfertig Gesetzeskraft erlangen und nicht zum starren Staatsmonopol leite, sondern der kräftigen Förderung der Elektroindustrie und der Elektrizitätswirtschaft diene, zum Segen der Volkswirtschaft, zum Nutzen von Gewerbe und Industrie. Das Staatsmonopol führt naturgemäß zu einer Versteinerung und dadurch zur Unfruchtbarkeit. Der Staat ist infolge seiner Struktur nicht imstande, derartige Unternehmen wirtschaftlich und modern zu verwalten; darum möge er von diesen Monopolisierungsideen abstehen. Unsere Parlamentarier aber mögen sich von dem Satze leiten lassen: „Caveant consules, ne quid detrimenti res publica capiat". (Lebhafter Beifall und Händeklatschen.)

Ing. Gustav W. Meyer. Bodenbach (schriftlich):

Infolge der vorgerückten Zeit war es mir leider nicht möglich, am 19. März l. J. in der Diskussion zum „Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft" das Wort zu ergreifen. Ich trage dies hiemit auf schriftlichem Wege nach.

Wenn in der Diskussion darauf hingewiesen wurde, daß an die Ausnutzung der Wasserkräfte der Drau schon deswegen vorläufig nicht gedacht werden könne, weil bei der Übertragung der so gewonnenen Energie aus der Südsteiermark nach Wien allein 75% der Anlagekosten auf die Fernleitung entfallen würden, so hat dieser Einwand doch nur Gültigkeit für diesen besonderen Fall.

Betrachten wir nämlich die Entwicklung elektrischer Kraftanlagen, so ist die Ansiedlung großer Industrien in deren unmittel-

Digitized by Google

barer Nähe festzustellen. Dadurch kommt ein erheblicher Teil der Kosten für die Fernleitung sowie von Verlusten in derselben in Fortfall (es sei hier nur als Beispiel auf die Kraftübertragung Rheinfelden und die der Niagara Falls Power Company verwiesen).

Der Rückstand der heimischen Industrie gegenüber der hoch entwickelten und daher kapitalskräftigeren ausländischen im besonderen der deutschen Industrie ist nicht allein auf die in der Diskussion sattsam erörterten Ursachen, sondern auch auf die erheblich billigeren Energiekosten der letzteren zurückzuführen. Gerade hierin dürfte aber durch den schleunigsten Ausbau unserer bis heute leider noch brachliegenden reichen Wasserkräfte ein erfreulicher Wandel geschaffen werden und ist dieser daher von allen beteiligten Faktoren mit allen Kräften zu unterstützen.

Daß der Gesetzentwurf immerhin einige fortschrittliche Tendenzen enthält*), geht schon daraus hervor, daß er nicht nur bei uns in Österreich, sondern auch im Ausland Beachtung und eingehende Erörterung gefunden hat.

Dr. V. Stöger (schriftlich): In dem neuen Elektrizitätsgesetzentwurfe werden den Elektrizitätsunternehmungen und den elektrischen Eigenanlagen einige außergewöhnliche Rechte eingeräumt. Diese greifen jedoch vielfach in empfindlicher Weise in die Eigentumsrechte Dritter ein, auch sichern sie den Elektrizitätswerken gewisse Sondervorteile. Es ist daher selbstverständlich, daß sie nur durch Übernahme besonderer Verpflichtungen der Allgemeinheit gegenüber eingeräumt werden. Wenn sich die Vertreter der Elektrizitätswerke vorstellen, daß sie öffentliche Rechte ohne oder gegen ganz unzulängliche Gegenleistung erhalten können, so verkennen sie vollständig, was erreichbar ist. Der Gesetzentwurf bemüht sich jedenfalls, eine gesunde Mittellinie einzuschlagen. Es kann lediglich die Frage aufgeworfen werden, ob die auferlegten Verpflichtungen die Elektrizitätsunternehmungen stärker schädigen und in ihrer Entwicklung hemmen, als sie durch die eingeräumten Rechte gefördert werden.

Daß sich die Elektrizitätswerke, namentlich die modernen Überlandzentralen mit ihren weit ausgedehnten Leitungsnetzen ohne Zwangsbenutzungs- und Enteignungsrechte nicht entwickeln können, ist eine allgemein bekannte Tatsache. Wenn sie lediglich darauf angewiesen sind, mit den Grundbesitzern gütliche Vereinbarungen zu treffen, so kommt manche geplante und volkswirtschaftlich wichtige Linie einfach nicht zustande, wie zahlreiche Beispiele beweisen.

Die auferlegten Pflichten sind nun teils solche, die gegenüber dem jetzigen Zustande keine tatsächliche Veränderung bedeuten, teils solche, die nicht so drückend sein werden, wie es die Vertreter der Elektrizitätswerksinteressen darstellen. Die von den Werken so heftig bekämpfte Tarifhoheit besteht tatsächlich auch heute. Sie wird vielfach von Gemeinden gegenüber den in ihrem Gebiete befindlichen privaten Elektrizitätswerken ausgeübt.

Auch Ablösungs- und Heimfallsrechte sichern sich die meisten Gemeinden gegenüber solchen Elektrizitätsunternehmungen. Diese Rechte werden oft in einer viel weitergehenden Weise ausgeübt, als dies hinsichtlich der staatlichen Eingriffe im vorliegenden Elektrizitätsgesetzentwurfe vorgesehen ist. Auch die begrenzte Konzessionsdauer besteht schon heute bezüglich jener Elektrizitätswerke, welche öffentliche Gewässer in Anspruch nehmen.

Hinsichtlich der von öffentlichen Körperschaften, Gemeinden u. dgl. errichteten Elektrizitätswerke soll überdies nach der Absicht des Gesetzentwurfes Ablösung und Heimfall überhaupt nicht eintreten bezw. sich der Staat ihnen gegenüber dieser Rechte begeben können. Es wäre nur wünschenswert, diese Begünstigung auch den gemischtöffentlichen Unternehmungen zuteil werden zu lassen, die ja in Hinkunft dazu berufen sein werden, die Träger einer rationellen Elektrizitätswirtschaft zu sein.

Neu ist die Gewinnbeteiligung des Staates. Beachtet man jedoch, daß diese die Elektrizitätswerke vielleicht vor einer etwa sonst drohenden Elektrizitätssteuer zu schützen berufen ist, so wird man auch die Bedenken gegen die Gewinnbeteiligung an sich fallen lassen müssen. Die Elektrizitätsunternehmungen gehören jetzt nicht zu jenen Unternehmungen, welche großen finanziellen Spekulationen unterliegen. Sie sollen es auch in Hinkunft nicht sein, jedoch soll ihnen eine normale gesunde Entwicklung im Interesse der Allgemeinheit gesichert werden.

Was die Eigenanlagen insbesondere betrifft, so werden auch diesen Zwangsbenutzungs- und Enteignungsrechte eingeräumt. Viele industrielle oder landwirtschaftliche Anlagen werden gar nicht in die Lage kommen, diese Rechte in Anspruch zu nehmen. Andere aber haben oft eine bedeutende räumliche Ausdehnung oder sind über weite Gebiete verstreut, wie beispielsweise die großen Eisenhüttenwerke und die über ganze Reviere verteilten Kohlenschächte samt den zugehörigen Anlagen. Auch die in den Alpenländern gelegenen industriellen und land- und forstwirtschaftlichen Betriebe, welche meist Wasserkräfte ausnutzen, führen die elektrischen Leitungen oft über weite Strecken eines nicht ihnen gehörigen Gebietes. Alle diese Betriebe spielen aber gerade für die Produktion und die gesamte Volkswirtschaft die größte Rolle. Ihre Leistungsfähigkeit ist auch ausschlaggebend für die Wehrkraft des Staates.

Selbstverständlich müssen auch den Eigenanlagen bei der Inanspruchnahme von Enteignungs- oder Zwangsbenutzungsrechten öffentliche Pflichten auferlegt werden. Daß diese aber nicht die gleiche Form haben können wie die den Elektrizitätsunternehmungen auferlegten, liegt in der Natur der Sache. Die Eigenanlagen haben sich der staatlichen Aufsicht zu unterwerfen und können im Bedarfsfalle in den allgemeinen Elektrizitätsversorgungsplan einbezogen werden. Wer hierin eine bevorzugte Behandlung der Privatindustrie erblickt, verkennt vollständig die auf die Stärkung der heimischen Volkswirtschaft abzielenden Grundsätze des Gesetzentwurfes und rollt damit gleichzeitig eine unabsehbare Reihe von Fragen der Industriepolitik auf, die im Rahmen der vorliegenden Debatte gar nicht gelöst werden können. Das Elektrizitätswirtschaftsgesetz soll jedenfalls ein produktionsförderndes sein. Eine Tarifhoheit kommt bei den Eigenanlagen in der Regel nicht in Betracht, weil ein Verkauf der elektrischen Energie an Dritte meist nicht stattfindet. (Wo dies doch der Fall ist, solche Elektrizitätswerke daher den Charakter von Elektrizitätsunternehmungen erlangen, werden selbstverständlich die Bestimmungen über diese Anwendung finden.) Auch Ablösung und Heimfall können hier nicht ohne schwere Schädigung der gesamten Industrie und Landwirtschaft vorgesehen werden.

Der Gesetzentwurf darf bei der großen Bedeutung, welche die elektrische Arbeitsübertragung für alle Gebiete der Produktion und des sozialen Lebens hat, nur von dem höheren Gesichtspunkte der allgemeinen Volkswirtschaft und des allgemeinen Volkswohles betrachtet werden, nicht aber vom Standpunkte einzelner Interessenten, also auch nicht von dem einseitigen Standpunkte der Elektrizitätsunternehmungen, die bisher fast ausschließlich zum Worte gelangt sind und die übrigens, wie schon erwähnt, keineswegs so benachteiligt und gehemmt werden, wie man aus ihrer momentanen Aufregung schließen müßte.

Das allgemeine Wohl und die nach dem Kriege so wichtige Sanierung der wirtschaftlichen Verhältnisse verlangen es, alle ihre Grundlagen — und eine ihrer wichtigsten ist die Versorgung mit Energie — derartig zu festigen und auszugestalten, daß sich ein gedeihliches Wirtschaftsleben entwickeln kann. Hiezu sollte und könnte das Elektrizitätsgesetz wesentlich beitragen. Es soll damit nicht gesagt werden, daß es nicht in einzelnen Punkten abänderungs- und ergänzungsbedürftig wäre und daß hiebei auch einzelne berechtigte Forderungen der bestehenden Elektrizitätsunternehmungen berücksichtigt werden sollten, aber im großen und ganzen wird es seinen Zweck erfüllen.

Sektionschef **Dr. v. Krasny**: Die Zeit ist so vorgeschritten, daß ich mich nur auf einige wenige kurze Bemerkungen beschränken muß.

Ich möchte meine Ausführungen mit dem besten Dank an alle Redner einleiten. Das Ziel der Wechselrede ist erreicht worden, wenn auch oder gerade weil die Einwendungen und Abänderungsvorschläge in der Diskussion überwogen. Kritik, nicht Zustimmungskundgebungen sind der Zweck der Wechselrede. Namentlich möchte ich jenen Rednern danken, welche ihren Standpunkt als Vertreter bestimmter Parteien oder Interessen ganz klar betont haben. Denn nichts kann für den, der in die Notwendigkeit versetzt ist, die verschiedensten Bedürfnisse und Rücksichten zu würdigen und auszugleichen, wertvoller sein, als wenn die Vertreter einseitiger Interessen diese ihre Stellung auch deutlich zum Ausdruck bringen.

Hingegen ist es selbstverständlich außerordentlich schwer gegen Äußerungen anzukämpfen, die im Mantel allgemeiner wirtschaftlicher Betrachtungen ganz bestimmte Interessen vertreten und — zumeist subjektiv im besten Glauben — das Eigeninteresse mit dem Gesamtinteresse identifizieren.

Ich danke insbesondere den beiden ersten Herren Rednern, dem Herrn Direktor K a r e l und dem Herrn Direktor K a l l i r, die mit Gründlichkeit und Sachverständnis ihren Standpunkt beleuchtet und sehr wertvolles Material für die parlamentarische Behandlung des Gesetzes zutage gefördert haben. Ihre Anschauungen und Anträge werden sicherlich eingehend geprüft und objektiv gewürdigt werden. Daß ich von meinem Standpunkt aus den Kassandrarufen, welche auch diese beiden, wie die meisten Redner ausgestoßen haben, nicht allzu große Bedeutung beimesse, möge mir verziehen werden. Ich bin vollständig überzeugt, daß die Zukunft jenen, welche das Gesetz als ein Hemmnis der Entwicklung anzusehen behaupten, Unrecht geben wird. Ich habe für diese Behauptung nicht nur meine subjektive Meinung anzuführen, sondern auch Tatsachen, welche es mir als ganz sicher erscheinen lassen, daß alle Kreise, auch die Kreise, als deren Vertreter einzelne Herren hier aufgetreten sind, von dem Gesetz und durch das Gesetz eine Förderung der Elektrizitätswirtschaft in Österreich erwarten. Ich

*) Insbesondere bei Berücksichtigung der gegenwärtigen bestehenden systemlosen Zustände.

Digitized by Google

habe dafür ganz bestimmte Anhaltspunkte und sage es ganz offen, daß ich der Ansicht bin, es werde mehr Arbeit kosten, in die Bewerbungen um Konzessionen Ordnung zu bringen, als es Arbeit kosten wird, solche Bewerbungen etwa zu provozieren.

Der wirtschaftspolitischen Auffassung der Herren, die sich mehr oder weniger offen zu manchesterliberalen Prinzipien, dem Grundsatz des laisser faire, laisser passer bekannten, kann ich mich nicht anschließen.

Die wirtschaftspolitischen Auffassungen der Gegenwart sind — kein praktischer Staatsmann und Wirtschaftspolitiker wird das bezweifeln — über diese Theorien hinausgewachsen. Man lese nur — um nur einen, auch in der Elektrizitätsindustrie führenden Mann zu nennen — die neuesten Schriften von Walter Rathenau: „Von kommenden Dingen" und „Die neue Wirtschaft". Und gerade in jenen Staaten, deren Beispiel hier rühmend hervorgehoben wurde, sind sogenannte staatssozialistische Tendenzen viel energischer zum Ausdruck gekommen, als es — angeblich — in diesem Elektrizitätsgesetz der Fall ist. Wenn wir aber dem Vorbild der anderen Staaten nicht sklavisch folgen, sondern etwas Originalität bekunden, was ein Herr Redner bemängelt hat, so ist das ein Vorwurf, der zu ertragen ist.

Wer einerseits den unversöhnlichen wirtschaftlichen Individualismus nicht billigt und dem so mißverstandenen und mißverständlichen Schlagwort von dem freien Spiel der wirtschaftlichen Kräfte nicht die wichtigsten gemeinwirtschaftlichen Interessen opfern, andererseits aber auch extremen Ideen der anderen Richtung nicht Gefolgschaft leisten will und kann, wer insbesondere das staatliche oder kommunale Elektrizitätsmonopol verwirft, kann in Anpassung an österreichische Verhältnisse, die sich nicht mit ausländischen einfach gleichstellen lassen, kaum zu einer anderen prinzipiellen Lösung des Elektrizitätsproblems kommen als derjenigen, die das Gesetz bringt, der Zusammenfassung und Ausgleichung der gemeinwirtschaftlichen und privatwirtschaftlichen Kräfte und Interessen*).

Aus den Einzelheiten, welche besprochen worden sind, kann ich nur einiges hervorheben. Die Befürchtung, welche bezüglich der Behandlung der bestehenden Unternehmungen geäußert wurde, ist damit zu entkräften, daß ich auf die bestimmte Absicht des Gesetzes hinweise, keinen Eingriff in die wohlerworbenen Rechte dieser Unternehmungen zu machen. Wenn dies im Gesetze (§ 42) nicht mit der nötigen Deutlichkeit zum Ausdrucke kommen sollte, so genügt eine sehr einfache Amendierung, um dieses Prinzip ganz klarzustellen.

Die bestehenden Anlagen sollen nur insoweit den Obliegenheiten des Gesetzentwurfes unterworfen werden, als ihre Einfügung in das Gesamtnetz möglich ist und notwendig ist und ihre wohlerworbenen Rechte nicht geschädigt werden.

Ein offener Widerspruch besteht zwischen den Äußerungen des verehrten Herrn Dr. Langer über die Eigenanlagen und dem von ihm selbst angezogenen Gutachten der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Denn das Gutachten der Elektrizitätswerke, welches Herr Direktor Karel uns zur Kenntnis gebracht hat, steht in bezug auf die Behandlung der Eigenanlagen auf einem ganz anderen Standpunkte als er. (Dr. Langer: „Anschlußzwang!) Dieses Gutachten sagt: „Die Bestimmungen über die Eigenanlagen beinhalten eine große Förderung der privaten Industrie". Dr. Langer sagt, es bedeute eine Abtötung der Privatindustrie.

Direktor Karel vertritt sogar den Gedanken, daß sich der Staat bei den Eigenanlagen auch ein Ablösungsrecht vorbehalten und mit der Ablösungssumme für diese Anlagen in die betreffende industrielle Unternehmung eintreten soll, ein Gedanke, der sich fast den Goldscheidschen „staatskapitalistischen" Ideen annähert.

Was aber den „Anschlußzwang" im Gesetze anbelangt, so besteht er, wie schon betont, nur darin, daß wenn eine Eigenanlage errichtet werden soll, in einem Vorprüfungsverfahren (§ 27) erhoben werden soll, ob nicht der Anschluß an eine Unternehmung vorteilhafter ist; die Konzession für die Eigenanlage darf nicht verweigert werden, wenn der Anschluß nicht vorhanden ist, nicht vorteilhafter oder auch nur gleichwertig ist. Das ist wohl das Minimum dessen, was notwendig ist, um nicht allen Velleitäten und Eigenbrödeleien freies Spiel zu lassen und nicht durch das Überwuchern unnützer Eigenanlagen die systematische und einheitliche Elektrizitätsversorgung und die Errichtung der von der Elektrizitätsindustrie als rationellste Unternehmungsform ausgebildeten Überlandzentralen ganz zu unterbinden.

Die prinzipielle Gegnerschaft gegen die Tarifhoheit, gegen die Gewinnbeteiligung, gegen das Ablösungs- und Heimfallsrecht hier zu bekämpfen, wäre aussichtslos. Sie werden verzeihen, wenn ich darauf verzichte. Die vieljährigen Erfahrungen haben gezeigt, daß solche Auflagen an die Elektrizitätsunternehmungen, in richtigen Grenzen gehalten, deren Entwicklung nicht hindern. Eine Reihe von Vorrednern mußte offen zugeben, daß die Gemeindekonzessionen solche Bestimmungen enthalten, sogar noch viel schärfere. Allerdings, bei Gemeinden, welche kleine, lokale Werke errichten, welche also dem Prinzip der systematischen Versorgung nicht Rechnung tragen können, wird die Tarifhoheit, Ablösungsrechte, Heimfall, Gewinnbeteiligung ohne weiteres zugestanden; wenn aber der Staat sich die Aufgabe stellt, eine einheitliche Versorgung des gesamten Wirtschaftsgebietes, eine Förderung der Elektrizitätswirtschaft in großem Stile ins Werk zu setzen, und wenn hiezu im gemeinwirtschaftlichen, öffentlichen Interesse neben weitgehenden Rechten den Unternehmungen bestimmt umgrenzte Verbindlichkeiten auferlegt werden müssen, die hinter den Verpflichtungen in den Gemeindeverträgen weit zurückbleiben, so wird dies für gänzlich unzulässig erklärt. Ist das konsequent? Auch in den ausländischen Gesetzen und Konzessionsverträgen, in Wasserkraftkonzessionen, Straßenbenutzungs-Staatsverträgen sind solche Verbindlichkeiten festgelegt. Die Bestimmungen des Gesetzentwurfes sind vielfach viel milder und gewiß so gehalten, daß die wirklichen Lebensbedingungen der Werke nicht unterbunden werden.

Einzelne Einwendungen hiezu will ich nur kurz in Schlagworten behandeln. Sowohl bei der Tarifhoheit (§ 8) als bei der Gewinnbeteiligung (§ 9) sind gleitende Skalen in Parallele mit den Gestehungskosten und etwa der Verzinsung der Staatsrente ohne weiteres möglich. Das schließt das Gesetz nicht aus.

Beim Ablösungspreis (§ 10) ist zum Ausdruck gebracht, daß der Gegenwartswert vergütet werden soll, und es sind verschiedene Formeln für die Durchführung dieses Grundsatzes offen gelassen, darunter auch die Möglichkeit der Ablösung nach dem Anlagewert minus Abschreibungen plus Geschäftswert. Das Heimfallsrecht kann sich im Wesen einer Ablösung nähern, wenn man die Abschreibungen nach einem bestimmten System bis eben zur Nullgrenze vornimmt; es würde keine Schwierigkeiten machen, im Gesetze eine Brücke zwischen Ablösung und Heimfall herzustellen.

Bei den Bestimmungen über das Verfahren wurde von einzelnen Rednern die im Entwurfe vorgesehene Konzentration der Instanzen bemängelt. Meiner Überzeugung nach, die viele Praktiker teilen, bedeutet gerade die Vereinheitlichung der Instanzen und des Verfahrens einen großen Fortschritt. Die Gefahr, daß die Zentralinstanz, die mit Fachmänner und Spezialisten besetzt ist, mehr Fehlentscheidungen treffen sollte als die unteren Instanzen, denen diese oft mangeln, ist wohl nicht vorhanden. Im übrigen würde ich persönlich, soweit es auf mich ankommt, einer Lösung zustimmen, wonach gewisse Fragen bezüglich der Konzession aus dem freien Ermessen der Behörde ausgeschieden und einer Art Schöffengericht zugewiesen werden, wobei insbesondere die technischen und kommerziellen Kreise mitzuwirken hätten. Wenn eine Möglichkeit wäre, ein solches unabhängiges, auch von den Privatinteressen unabhängiges gemischtes Forum zu schaffen, würde meiner Meinung nach dies zu Entscheidungen, namentlich technischer Fragen, berufen werden können. Denn eine Sucht nach Allgewalt, nach Polizeiaufsicht und Drangsalierung der Unternehmungen ist nicht im Sinne und der Absicht des Gesetzes. Auf die scherzhaften Übertreibungen einzelner Redner in dieser Hinsicht einzugehen, unterlasse ich.

Bezüglich des weitergehenden strafrechtlichen Schutzes der Anlagen wurde das Gutachten von Sachverständigen eingeholt; hienach ist derselbe schon heute vorhanden, weil die Elektrizitätsanlagen den Eisenbahnen vollständig gleichzustellen sind; es kann dies aber auch ausdrücklich gesagt werden.

Von einem Redner wurde die Heranziehung der Gerichte zur Entscheidung über die konzessionsmäßigen Rechte und Verbindlichkeiten beanständet. Ich halte es für einen Vorteil, daß hier die administrativen Behörden ausgeschieden und diese Fragen den ordentlichen Gerichten vorbehalten werden. Ich war lange Jahre im Eisenbahnministerium tätig und kann nur bestätigen, daß jene Bestimmungen der Eisenbahngesetze, wonach die analogen Fragen, zum Beispiel Streitigkeiten über die Ablösung, dem Eisenbahnministerium vorbehalten sind, sich als unpraktisch erwiesen haben. Der Staat soll nicht Partei und Richter in einer Person sein und nicht in eigener Sache entscheiden, nicht nur aus prinzipiellen Gründen, sondern weil dann seine scheinbare Stärke zur Schwäche wird. Die Befürchtung, daß Entschädigungsprozesse zu lange dauern werden, ist nach der neuen Zivilprozeßordnung hinfällig.

Bezüglich der Art und des Maßes der Abschreibungen werden bei den Konzessionsverhandlungen die entsprechenden Vereinbarungen getroffen werden. Vor allem wird ein cahier des charges, eine Normalkonzessionsurkunde, ausgearbeitet, in der das Abschreibungsschema unter Mitwirkung der Elektrizitätskommission und nach Anhörung der Fachleute entsprechend geregelt wird.

*) Vgl. hiezu auch meine Schriften: „Die Aufgaben der Elektrizitätsgesetzgebung", Wien 1910; „Die wirtschaftlichen und rechtlichen Grundlagen einer rationellen Elektrizitätsversorgung", Wien 1913; „Die Kommerzialisierung öffentlicher Unternehmungen", Wien 1913 („Österr. Rundschau", Heft 5 und 6).

Digitized by Google

Die Haftung bei Ausübung des Leitungsrechtes ist im notwendigen Zusammenhange damit, daß dem Eigentümer besondere Lasten auferlegt werden. Eine Benutzung, insbesondere des landwirtschaftlichen Grundes, durch die Leitungen festzulegen, ohne die Haftung für Schäden auszusprechen, ist unmöglich. Dagegen sind die in früheren Gesetzen enthaltenen Bestimmungen über die allgemeine Betriebshaftung für Schäden entfallen.

Für die Anschlüsse können (§ 41) Erleichterungen gewährt und sie insbesondere von der Aufsicht und der Betriebsbewilligung ausgenommen werden.

Herr Ing. Adler hat die Frage gestellt, aus welchen zwingenden volkswirtschaftlichen Gründen die Konzession verweigert werden könnte. Es ist in keinem mir bekannten Gesetze so scharf ausgesprochen, daß eine Konzession nicht verweigert werden darf. Die bestehenden Gesetze, auch die Wasserrechtsgesetze, stehen auf dem Standpunkt, daß die Erteilung der Konzession dem freien Ermessen des Staates vorzubehalten ist. Das Elektrizitätsgesetz gibt ein Recht auf die Konzession (§ 2), aber dieses kann kein unumschränktes sein, wenn wichtige öffentliche oder volkswirtschaftliche Rücksichten gegen die Erteilung der Konzession sprechen. Es bewirbt sich zum Beispiel ein Ausländer um eine Konzession, oder es bewirbt sich jemand um die Erteilung einer Konzession für ein kleines Werk, wo ein großes Kraftwerk möglich und erreichbar ist; oder es würde der Konzessionswerber eine unrichtige Ausnutzung der Wasserkraft vorhaben usw. In diesen Fällen muß es den Sachverständigen der Regierung überlassen bleiben, zu beurteilen, ob es geboten ist, die Konzession trotzdem zu gewähren oder zu verweigern, wobei ich bemerke, daß schon die im Gesetze vorgeschriebene Notwendigkeit, die Entscheidung ausreichend zu begründen, eine gewisse Garantie gegen Willkür schafft.

Zur Frage, wann eine kürzere als 60jährige Konzession (§ 2) erteilt werden soll, bemerke ich, daß es vorkommen kann, daß Unternehmungen nur einen vorübergehenden Betrieb haben, zum Beispiel Anlagen für die Bauzeit, zur Lüftung von Tunnels, andererseits gewisse Kraftquellen, wie Erdgase, nur eine kürzere Ausnutzung ermöglichen. Den Eisenbahnen und Bergwerken kann andererseits die Konzession auf die Dauer des Betriebes gegeben werden.

Auf die Frage, wann die Sicherung des Absatzgebietes (§ 5) verweigert werden kann, bemerke ich, daß eine solche Verweigerung nur dann eintreten kann, wenn wichtige öffentliche Interessen, zum Beispiel militärische, dagegen sprechen.

Die Elektrizitätskommission wird sich in erster Linie nur mit allgemeinen Fragen zu befassen haben (§ 40). Wenn sie zu groß sein wird, werden Ausschüsse gebildet werden. Die Heranziehung der Verbraucher und Arbeiter in die Elektrizitätskommission soll im Wege ihrer Organisationen geschehen; der Arbeiter insbesondere auch deshalb, weil Arbeiterschutzbestimmungen nötig sein werden, und es wünschenswert erscheint, auch die Erfahrungen der Arbeiter zu verwerten. Vertreter der Technik werden zum Beispiel Sachverständige derjenigen Produktionszweige ein, welche an die Elektrizitätswerke anschließen wollen. Mit dem Ausdruck „Vertreter der Elektrizitätsindustrie" sind im weitesten Sinne gemeint sowohl Stromlieferungsunternehmungen als auch die Fabrikationsindustrie.

Auch Herr Oberstaatsbahnrat Engel hat eine Reihe wertvoller Anregungen vorgebracht, insbesondere zu § 10, Punkt 9, § 6, § 41. Bezüglich der Instanzenkürzung verweise ich auf das Gesagte; die Vereinheitlichung der Wasserwirtschaft bei einer Zentralstelle ist auch mein durch das Gesetz leider nur zum Teil verwirklichtes Ideal.

Daß in den deutschen Bundesstaaten und auch anderwärts kein die gesamte Elektrizitätswirtschaft umfassendes Gesetz besteht, ist richtig. Der Grund dafür liegt aber einerseits in den ganz anderen wirtschaftlichen und politischen Verhältnissen, in der verschiedenartigen Struktur der Behörden und Selbstverwaltungskörper, die es vielfach ermöglicht hat, auf administrativem Wege Materien zu regeln, die bei uns auf diese Weise nicht mit dem nötigen Nachdrucke und Erfolge zu erfassen sind. Es ist aber eine optische Täuschung, aus dem Mangel elektrizitätsgesetzlicher Bestimmungen darauf zu schließen, daß dann gewisse Verbindlichkeiten, zum Beispiel Ablösung und Heimfall, Tarifhoheit usw. in dem betreffenden Lande den Unternehmungen nicht auferlegt werden. Es wird dies, wie zum Beispiel in Bayern, in der Schweiz u. a., durch die wasserrechtlichen, straßenrechtlichen usw. Normen erreicht, wie ja Herr Ing. Engel selbst in seiner sehr dankenswerten Übersicht über die ausländische Gesetzgebung angedeutet hat.

Daß bei uns das Elektrizitätsgesetz verfrüht sei und wir noch Erfahrungen abwarten sollen, ist eine Ansicht, die durchaus im Widerspruch steht, mit den seit 1894 immer dringlicher geäußerten Wünschen des Parlamentes und der Interessentenkreise; Deutschland ist bereits weit mehr als wir mit Elektrizität gesättigt und braucht das Gesetz vielleicht nicht mehr; wir können aber ohne das Gesetz zu einer ausreichenden und vor allem auch gleichmäßigen, die weniger rentablen Gebiete und Produktionszweige (Landwirtschaft, Kleingewerbe) auch erfassenden Versorgung nicht gelangen. Hier muß die staatliche Regelung und die staatliche Hilfe einsetzen, und zwar sofort; wir können nicht warten.

Daß Herr Dr. Schreiber in seinen einen so großen Heiterkeitserfolg auslösenden Ausführungen ebenso wie Herr Dr. Langer zu Anwälten der Gemeindeautonomie geworden sind, muß eigentlich wundernehmen; dem war nicht immer so. Es ist die eingewurzelte Antipathie gegen jede wirtschaftliche Betätigung des Staates, die dazu veranlaßt, auch die Gemeinden zum Streite gegen das Gesetz aufzurufen, deren „Munizipalsozialismus" früher lebhaft bekämpft wurde. Bei den prinzipiell verschiedenen Ausgangspunkten dieser Redner und der Verfasser des Gesetzes mag es mir nicht verübelt werden, wenn auf eine Widerlegung ihrer Meinungen über Tendenz und Wirkungen des Entwurfes nicht eingegangen wird; ich verweise auf den Motivenbericht.

Das Elektrizitätsbuch wird von weitesten Kreisen als Fortschritt, nicht als Belastung empfunden; der Widerspruch des Dr. Langer ist ganz vereinzelt. Über die Eigenanlagen habe ich mich bereits geäußert.

Die Verdienste der autonomen Körperschaften um den Ausbau von Kraftwerken und Bahnen, die Herr Oberbaurat Engelmann betont hat, werden voll anerkannt; die Argumente gegen Landes- und Gemeindemonopole und meine eigene Abneigung gegen bureaukratische „Leerläufe" habe ich genugsam hervorgehoben; zu diesem und zum Punkte Staatsmonopol wolle wieder der Motivenbericht und meine eigenen Schriften eingesehen werden.

Die Anschauungen des Herrn Dr. Starck zeichnen sich durch ihre Unbetangenheit gegenüber den realen Verhältnissen und Machtfaktoren aus und wurden mit einem wahrhaft erfrischenden Anspruch auf Unfehlbarkeit, frei von allen Bedenken, ob sie auch durchführbar seien, vorgebracht.

Aber die Zeit des extremen Manchestertums, das sich hier kundgibt, ist längst und unwiederbringlich vorüber und niemand ist imstande, sie wieder zu erwecken. Den Staat und die Landesvertretungen einfach auszuschalten, dem Privatkapital die unbeschränkte Herrschaft über die Elektrizitätswirtschaft und die Kraftquellen einzuräumen, das sind Utopien, denen ein praktischer Wirtschaftspolitiker nicht nachjagen kann. In der Kritik der Einzelbestimmungen ist ja manches beachtenswerte, die juristisch-konstruktiven Theorien des Herrn Dr. Stark sind für das Gesetz gegenstandslos.

Nun eile ich zum Schlusse:

Verschiedene Redner haben gesagt: „Wozu das ganze Gesetz? Geben Sie uns Leitungs- und Enteignungsrechte und wir sind zufrieden." Das heißt Unmögliches verlangen. Wenn jemand den Versuch machen wollte, ein solches Gesetz durchzubringen, ich würde ihn um diese Aufgabe nicht beneiden. In unseren Volksvertretungen, ebenso wie bei den Regierungen und Parlamenten jener Staaten, die hier als Beispiele angeführt worden sind, sind berechtigte Wünsche und Strömungen vorhanden, welche zur Pflicht machen, den gemeinwirtschaftlichen Gesichtspunkten in der Elektrizitätsversorgung Rechnung zu tragen.

Wer realpolitisch denkt, kann nicht bei der Lösung einer so schwierigen Aufgabe, wie sie bei der Verfassung dieses Gesetzes gestellt war, Unmögliches wollen; er kann sich aber auch nicht bestimmten einzelnen Interessen beugen und ausschließlich von einseitigen Gesichtspunkten ausgehen. Auch die Elektrizitätsgesetzgebung muß über den Parteien stehen, sie muß öffentliche und private Interessen ausgleichen, die Kräfte der Gemeindewesen und des Privatunternehmertums zum Einklang und zur Zusammenarbeit bringen, alle Energien in den Dienst der großen Sache stellen, statt sie in überspannten Kämpfen nutzlos verrinnen zu lassen. Das will das Gesetz und so gebe ich der Hoffnung Ausdruck, daß das Gesetz, auf diesen Gedanken aufgebaut, die ersehnte und notwendige Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft, die Nutzbarmachung aller Naturschätze, die Betätigung des Unternehmergeistes im Rahmen der gemeinwirtschaftlichen Erfordernisse, das Zusammenwirken aller berufenen Faktoren uns bringen und dauernd verbürgen werde.

Ich glaube, daß auf diesem Boden sich schließlich alle finden werden, und wenn auch heute das Urteil, welches von den meisten Rednern als Vertretern des Privatunternehmertums über das Gesetz gefällt wurde, in wesentlichen Punkten sehr kritisch lautet, so ist es nicht nur meine Überzeugung, sondern die Anschauung und Hoffnung weiter Kreise, daß dieses Gesetz, mit einzelnen Abänderungen, aber ohne Erschütterung seines Aufbaues und seiner Ziele, zustandekommen und einen Markstein im Wachstum und

Digitized by Google

Aufschwung der heimischen Volks- und Staatswirtschaft bedeuten werde. Dann werden wir alle, auch Sie, meine Herren Gegner, es zu unseren wertvollen Lebenserrungenschaften zählen, in positiver Arbeit und scharfer Kritik Bausteine zu dieser Entwicklung beigetragen zu haben. (Lebhafter Beifall uud Händeklatschen.)

Vorsitzender: Ich sage allen Herren, welche sich an der Wechselrede beteiligt haben, sowie Herrn Sektionschef Dr. v. Krasny für die Schlußausführungen den wärmsten Dank.

Viele Anregungen auf Änderungen und Ergänzungen des Gesetzes wurden gegeben. Viele schwerwiegende Bedenken gegen einzelne Bestimmungen des Gesetzes kamen zum Ausdruck. Wir wollen hoffen, daß während der Verhandlungen im Parlamente dem Gesetze jene Gestaltung gegeben wird, welche die beteiligten Kreise über die Handhabung und voraussichtliche Wirkung des Gesetzes Beruhigung verschafft. Jedenfalls muß alles beseitigt und geändert werden, was unsichere Verhältnisse schaffen könnte. Der Ernst der Zeit gestattet uns keine Experimente. Wir müssen uns immer vor Augen halten, daß die ökonomische Ausnutzung unserer Kraftquellen und die richtige Kraftverteilung, zu welcher die Elektrizität in erster Linie berufen ist, die wichtigsten Grundlagen für unser Wirtschaftsleben bilden werden. Dadurch werden wir erst befähigt sein, den Wirtschaftskampf, der uns bevorsteht, erfolgreich zu bestehen. Hiemit schließe ich die Versammlung. (Beifall und Händeklatschen.)

Denkschrift

des

Elektrotechnischen Vereines in Wien

zum

Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft.

Für die Begutachtung des **Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft** wurde vom Vereinsausschusse ein eigenes Komitee eingesetzt, welchem angehörten die Herren: Direktionsrat Ing. **R. Beron,** Direktor Ing. **L. Kallir,** Hof- und Gerichtsadvokat Dr. **J. Langer,** Direktor Ing. H. v. **Sääf,** Hofrat Prof. **C. Schlenk,** Chefredakteur Ing. **J. Seidener** und Sekretär Staatsbahnrat Ing. **A. Marx;** zum Obmanne wurde Herr Hofrat Prof. **Schlenk,** zum Referenten Herr Dr. **Langer** gewählt. Das Komitee hat als Ergebnis seiner eingehenden Beratungen dem Ausschusse ein von Herrn Dr. **Langer** verfaßtes Gutachten über den Gesetzentwurf vorgelegt; der Ausschuß hat dieses Gutachten als Denkschrift — womit der Elektrotechnische Verein in Wien zum Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft Stellung nimmt — zum Beschlusse erhoben. Diese Denkschrift, die nachfolgend zur Veröffentlichung kommt, wird den maßgebenden Stellen zur Kenntnis gebracht werden.

Die Vereinsleitung.

Unser Verein, die älteste und größte Verbindung von Mitgliedern aller elektrotechnischen Berufszweige Österreichs, von Beamten der Staats- und Selbstverwaltung, von Inhabern des Lehramtes an höheren und mittleren Schulen, von Angehörigen der elektrotechnischen Gewerbe und Fabriksindustrien sowie der stromliefernden Elektrizitätsbetriebe, von Männern der Forschung und tätigen Erfahrung, erachtet es als seine Pflicht, zu dem von der hohen k. k. Regierung in der 22. Session des Abgeordnetenhauses 1918 vorgelegten Entwurfe eines Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft Stellung zu nehmen. Er hält sich zu dieser Aufgabe berufen, weil sein Wirken nur das Ziel kennt, dem allgemeinen Besten zu dienen, weil seine diesem Zwecke gewidmeten Arbeiten, wie die Herausgabe der jedem Fachmanne unentbehrlichen Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau“ und die auch für Organe der Staatsverwaltung als Richtschnur geltenden Sicherheitsvorschriften, allgemeine Anerkennung gefunden haben. In unserem Vorhaben werden wir durch die Überzeugung bekräftigt, daß die leitenden Gesichtspunkte, die unser Verein in seinen Eingaben, Denkschriften und sonstigen Kundgebungen seit Jahrzehnten vertreten hat, Gemeingut der meisten europäischen Staaten geworden sind, daß auch die hohe k. k. Regierung ihnen, wie mehrere Bestimmungen des Entwurfes beweisen, wenn auch nur schrittweise die Billigung nicht versagt. Ehe wir uns mit dem Gesetzentwurf, und zwar zunächst unter Besprechung einzelner Bestimmungen und hierauf in zusammenfassender Überschau beschäftigen, müssen dem erläuternden Berichte des Gesetzentwurfes, soweit dieser eine Schilderung des gegenwärtigen Zustandes der Elektrizitätsversorgung Österreichs bietet, einige Worte gewidmet werden.

Nach der Darstellung des Entwurfes könnte ein Fernstehender zum Glauben verleitet werden, als ob sich gerade dieser Industriezweig im Vergleiche zu allen anderen in einem auffallenden Rückstande befände. Wer sich jedoch einen unvoreingenommenen Blick gewahrt hat, muß anerkennen, daß nicht nur die wissenschaftlichen und erfinderischen Schöpfungen Österreichs, sondern auch die Leistungen und die Ausgestaltung der elektrotechnischen Fabrikationsindustrien Österreichs eine sehr hohe Rangstufe einnehmen, daß unsere Elektrizitätswirtschaft trotz ihrer Jugend den Vergleich mit keinem anderen Wirtschaftszweige zu scheuen hat. Dies ist ihr umso höher anzurechnen, als sie keine Konjunkturgewinne kennt und aus der Berührung mit den öffentlichen Gewalten keine oder nur geringe Unterstützung, vorzüglich aber Beschränkungen und Belastungen, erfahren hat. Die Kritik, die im Erläuterungsberichte an der österreichischen Elektrizitätswirtschaft geübt wird, stimmt im wesentlichen mit den Beweisgründen überein, die seit einigen Jahren im Deutschen Reiche von den Anhängern der Errichtung staatlicher Großkraftwerke ins Treffen geführt werden. Auch sie beklagen die Zersplitterung und die angeblichen Mißverhältnisse in der Größenordnung und fordern deshalb staatlichen Eingriff.

Bei Beurteilung der Verhältnisse Österreichs darf man aber nicht außer Acht lassen, daß der Zustand der

Digitized by Google

Elektrizitätswirtschaft naturnotwendig den Werdegang der Elektrotechnik abspiegelt und daß in ihm der Gesamtzustand Österreichs zum Ausdruck kommt.

Der ungleichmäßigen Bevölkerungsverteilung, der Städtearmut, der Zusammenballung von Gewerbe und Industrie in einzelnen Gebieten, dem vorwiegend landwirtschaftlichen Charakter großer Landstriche, den Unterschieden in Bildung und Befähigung zur Maschinenarbeit entspricht natürlich die Verschiedenartigkeit des Elektrizitätsverbrauches. Eine an dem heutigen Stande der Technik orientierte Auffassung mag an Manchem Anstoß nehmen. Es wäre jedoch ungerecht zu verkennen, daß an dem Aufschwung der österreichischen Industrie in den Jahrzehnten vor dem Kriege die Ausbreitung der Elektrizität, wie sie nun einmal erfolgte und erfolgen mußte, einen gewichtigen Anteil hatte, daß sich die mittleren und sogar die kleinen Werke und gewiß die Eigenanlagen vom Gesichtspunkte der Volkswirtschaft nutzbringend bewährt haben, und daß die von der Kritik gerügten Gebrechen federleicht gegenüber den erfolgreichen Wirkungen für die Hebung der Produktivkräfte Österreichs wiegen. Einsichtiger Betrachtung kann auch nicht entgehen, daß unsere Elektrizitätswirtschaft von den Fortschritten der Elektrotechnik keineswegs unberührt blieb, sondern mit ihnen stets Hand in Hand ging. Wenn sich dieses Vorschreiten nur allmählich vollzieht, so gewinnt doch die Konzentration immer mehr an Boden. Betragen doch nach der im Erläuterungsbericht wiedergegebenen Statistik die Anlagen mit einer Zentralenleistung von mehr als 5000 kW in Österreich 1·5%, während sie im Deutschen Reiche wenig mehr als 2% ausmachen. Das Mißverhältnis ist also keineswegs ein so schreiendes. Dabei ist zu bedenken, daß der industrielle Fortschritt Deutschlands ohnegleichen ist, daß andererseits der das ganze Leben zerrüttende nationale und politische Hader auch die Elektrizitätswirtschaft bei ihren innigen Beziehungen zu den öffentlichen Gewalten nicht verschont hat. Schließlich darf nicht verschwiegen werden, welchen lähmenden und abschreckenden Einfluß die gelegentlich der Verhandlungen um Verleihung von Wasserrechten jahrelang beobachtete Verwaltungspraxis, die Versäumnisse der Gesetzgebung in den für die Elektrizitätswirtschaft unentbehrlichen Belangen, die Vorenthaltung der Leitungsrechte, des Enteignungsrechtes und des Durchzugsrechtes, und endlich das Steuerrecht überhaupt, und die Versagung der Steuerfreiheit für Hypothekar- und Obligationszinsen und Zinsen von Portefeuilleaktien geübt haben.

Wir wenden uns nunmehr der Besprechung des Entwurfes zu und werden vorerst über die Bedenken gegen einzelne Bestimmungen berichten:

Zu § 2. Konzession.

Der Hinweis auf zwingende volkswirtschaftliche Rücksichten im Punkt 2 als Ablehnungsgrund für die Verleihung hat Widersacher gefunden und ebenso der Punkt 3 im Ganzen. Man betont, daß gerade volkswirtschaftliche Rücksichten für den an Gütern aller Art armen Wirtschaftskörper Österreichs eine Vermehrung der Elektrizitätsproduktion fordern und daß diesem zwingenden Gebot alle übrigen Erwägungen zumindest im nächsten Jahrzehnt weichen müssen. Einen für lange Dauer richtunggebenden Plan aufzustellen, sei bis auf weiteres nicht möglich. Aber auch der für die nächste Zeit maßgebende Plan ist nicht einmal in den Grundzügen der Öffentlichkeit zur Erörterung unterbreitet worden, vielmehr begnügt sich der Erläuterungsbericht mit allgemeinen Losungsworten und mit der Eröffnung, daß Vorarbeiten für den aufzustellenden Plan im Zuge seien. Man befürchtet, daß der Vorbehalt planmäßigen Vorgehens bei Erteilung von Konzessionen überaus hemmend wirken könnte. Auf die zweckentsprechende Ausnutzung der vorhandenen Kraftquellen vermag ohnehin die Staatsverwaltung, soweit sie über diese verfügt, Einfluß zu nehmen; wo ihr aber die Verfügungsgewalt fehle, wie über verliehene Kohlenfelder, müßte sich auch der Plan den gegebenen Verhältnissen anpassen. Soweit das Verlangen nach ausreichender, tunlichst einheitlicher Vorsorgung des Wirtschaftsgebietes die Vorsorge für Deckung vorhandenen und vorhersehbaren Bedarfes zum Ziele hat, wird es von der Unternehmung im eigenen Interesse befriedigt. Für die Zumutung des Anschlusses elektrizitätspassiver Gebiete müßte angemessene Beisteuer aus öffentlichen Mitteln geleistet werden. Jedenfalls sollen die Verhandlungen über derartige Zwischenfragen nicht eine Verzögerung nach sich ziehen, weil sonst manchem Projekt indessen der Boden abgegraben und der Unternehmungsgeist eingeschüchtert wird. Wo nachweislich ein Bedürfnis gegeben ist, soll ohne Verzug die Konzession erteilt werden.

Für öffentliche Elektrizitätsunternehmungen ist zeitlich unbeschränkte Dauer der Konzession von Manchen angeregt worden und zwar mit der Begründung, daß die Gemeinden und Länder nur dann sich zu namhaften Aufwendungen herbeilassen werden, wenn ihnen der dauernde Besitz gesichert ist. Hiezu kommt, daß die Erträgnisse solcher Unternehmungen ohnehin der Öffentlichkeit zugute kommen.

Andererseits ist die Abstufung der Konzessionsdauer zu Ungunsten der privaten Elektrizitätsunternehmungen bemängelt und betont worden, daß sie infolge des staatlichen Heimfallsrechtes eine große Amortisationslast auf sich nehmen müssen. Ferner wurde die Festsetzung der Höchstdauer für private Elektrizitätsunternehmungen mit 60 Jahren mit dem Hinweis auf das Schweizer Wassergesetz angefochten, das eine 80jährige Konzessionsfrist zuläßt. Wegen der hohen Baukosten der österreichischen Wasserkräfte wäre eine längere Konzessionsdauer für einzelne Fälle vorzusehen.

Zu § 3. Leitungsrechte.

Was die Benutzung öffentlicher Verkehrswege anlangt, so hat unser Verein in seiner Denkschrift von 1903 und in allen seinen vorher und nachher abgegebenen Äußerungen den Standpunkt vertreten, daß die Gewährung des Durchzugsrechtes unumgänglich notwendig und nicht von der Zustimmung der Wegeverwaltungen abhängig zu machen ist. Er bleibt auch seinem von jeher eingenommenen Standpunkt treu, wenn er die innigen Beziehungen der Stadtgemeinden zur Elektrizitätswirtschaft hervorhebt und betont, daß in den meisten europäischen Staaten die Stromabgabe im kleinen den Gemeinden oder Gemeindeverbänden oder den mit ihnen vertraglich verbundenen Unternehmungen überlassen wird. Gleichwie in Bayern und Sachsen wäre auch für Österreich jedenfalls das Recht des unmittelbaren Anschlusses des Großkonsumenten an die Hoch- oder Mittelspannungsleitung zu wahren.

Bezüglich der Leitungsrechte für Benutzung fremden Grundes muß gefordert werden, daß ihr Umfang auch auf Haus- und eingefriedete Gärten ausgedehnt werde. Zumindest wären eingefriedete Gärten nicht auszunehmen, weil sonst weite Strecken Landes, wie z. B. in den südlichen Teilen der Monarchie, für die Leitungsführung unzugänglich wären.

Um Auseinandersetzungen hintanzuhalten, empfiehlt es sich, im § 3 Punkt 1, den Begriff des Leitungsnetzes durch Beifügung der Worte „und der zugehörigen kleinen Schalt- und Umformungsstationen“ zu umgrenzen. Erläuternd sei

Digitized by Google

beigefügt, daß diese Stationen keine erheblich größere Flächenausdehnung beanspruchen wie viele übliche Mastkonstruktionen des Leitungsnetzes, und daß sie bei entsprechender Anordnung keine erhebliche Belastung im verkehrstechnischen Sinne mit sich bringen.

Schließlich sei vermerkt, daß der im Punkt 7 vorgesehene Anspruch auf Vergütung nicht nur zu Gunsten privater, sondern auch öffentlicher Liegenschaften begehrt worden ist.

Zu § 4. Enteignung.

Im Punkt 1 zum Schlusse wäre eine textliche Änderung erforderlich, und zwar empfiehlt es sich bei Aufzählung der Bestandteile der Anlagen statt „Kraftwerke, Unterstation, Verteilungs- und Leitungsnetz und Umformeranlagen" im Hinblick auf die Gestaltung der Anlagen zu setzen: „Kraftwerke, Schalt- und Umformungsanlagen, Fortleitungs- und Verteilungsnetze". Das Wort Umformungsanlagen ist vorzuziehen, weil es nach dem technischen Sprachgebrauch ruhende und bewegliche Einrichtungen begreift.

Die Streichung des Punktes 5 wird allseitig befürwortet, da die Entschädigung mittels Kraftabgabe sehr schwer zu bemessen ist. Auch würde durch derartige Entschädigungen das einheitliche Tarifsystem durchbrochen und die Anpassung an die jeweiligen Gestehungskosten unmöglich werden. Die Entschädigung durch Kraftabgabe könnte wohl bei Enteignung von Kraftanlagen (Wasserkräften) in Betracht kommen; auf diesen Fall findet aber § 4 keine Anwendung.

Zu § 5. Sicherung von Absatzgebieten.

Während bisher nur Benutzungsmonopole für gemeindliche Straßen und Plätze für Einrichtungen zur Stromabgabe möglich waren, sollen in der Folge umfassendere Absatzmonopole für bestimmte Gebiete verliehen werden können. Eigenanlagen werden, wie der Erläuterungsbericht hervorhebt, durch diese Monopole nicht getroffen; gegen sie kehrt sich der verschleierte Anschlußzwang (§ 16, Z. 3 und § 27), der allen Elektrizitätsunternehmungen zugute kommt. Dagegen richtet der offene Anschlußzwang des § 5 seine Spitze gegen die im zugesicherten Gebiete zu schaffenden Elektrizitätsunternehmungen zur gewerbemäßigen Stromabgabe, mögen sie von den Gemeinden selbst oder von ihren Vertragsgenossen ins Leben gerufen werden. Ob nicht dieser Anschlußzwang eine Drosselung bestehender Elektritätsunternehmungen und besonders ihrer Erweiterungsmöglichkeit nach sich zieht, ist zweifelhaft. Für die Begründung solcher Absatzmonopole führt der Erläuterungsbericht mehrere Erwägungen an, vor allem das Erfordernis, den zu gewärtigenden großen Anlagen Sicherheit bezüglich der Rentabilität zu geben. Auf diesen Umstand wird auch in den beteiligten Kreisen Gewicht gelegt. Deshalb wollen manche den Nachsatz im Punkt 1, der das Ausschließungsrecht eindämmt, gestrichen wissen, andere wieder den Anschlußzwang zu Gunsten jedes neuen Unternehmens mildern, das billiger arbeitet und den Bedarf wirtschaftlicher zu decken vermag, damit das Gebiet nicht unter der Rückständigkeit der bevorzugten Unternehmung dauernd zu leiden hat. Es wurde aber auch der Anschlußzwang gegen Stromverteilungsunternehmungen grundsätzlich abgelehnt und geltend gemacht, daß große Anlagen, die den Strom billig erzeugen und abgeben, staatlich verliehener Zwangsmittel entbehren können, daß große Anlagen in anderen Staaten ohne solche Vorrechte ihr Auskommen finden, daß das preußische Herrenhaus erst kürzlich einen Beschluß gefaßt habe, der einen Anschlußzwang gegen stromverteilende Gemeinden selbst zu Gunsten eines staatlichen Großkraftwerkes verneint.

In Punkt 2 ist es erforderlich, nicht allein den Körperschaften, sondern auch ihren Vertragsgenossen, also den betreffenden Privatunternehmungen, das Widerspruchsrecht gegen eine Benutzung der Wege durch Leitungen zwecks Stromabgabe zu wahren.

Zu § 6. Staatliche Elektrizitätsförderung.

Nicht nur aus gesetzestechnischen Gründen, sondern auch wegen der vorbehaltenen Vorrechte (§ 9, Punkt 1 und ff.) wäre eine Unterteilung und neue Fassung erwünscht, wobei zwischen den wirklichen Begünstigungen und jenen Maßnahmen, die keine oder geringe finanzielle Bedeutung haben und nur der besonderen Gestaltung der Verhältnisse in der Elektrizitätswirtschaft Rechnung tragen, zu unterscheiden sein wird.

Als staatliche Begünstigungen im eigentlichen Sinne können nur die Beteiligung an der Kapitalsbeschaffung (Punkt 2 *a*), die etwaige Erlassung des Wasserzinses bei der Ausnutzung von staatlichen Gewässern Punkt 2 *b*), vorzüglich eine Ertragsgarantie Punkt 2 *d*), mitunter auch der staatliche Ausbau von zusammenschließenden Leitungsnetzen oder eine staatliche Beitragsleistung für diesen Zweck behandelt werden. Wenn in den Fällen (Punkt 2 *a* und *b*) die Unternehmung Aktien oder sonstige Kapitalsanteile zu überlassen hat, so wäre nach Lage des Falles zu beurteilen, ob unter diesen Voraussetzungen ein Rechtstitel für besondere finanzielle Gegenleistung an den Staat vorhanden sei.

Ebensowenig kann bedingungslos in der Zusicherung der Abnahme einer Mindestmenge der elektrischen Energie (Punkt 2 *c*) eine Begünstigung erblickt werden, da doch die Stromabnahme nur bei Bestand eines Bedarfes stattfinden und mit dem gewährleisteten Umfang die Preisstellung Hand in Hand gehen wird. Natürlich wird nicht verkannt, daß unter Umständen die Gewährleistung einer verhältnismäßig großen Stromabnahme eine wesentliche Begünstigung in sich schließen kann. Aber an und für sich berechtigt der Energiebezug nicht das Verlangen nach weitgehenden Sondervorteilen.

Noch weniger gilt dies von der Bewilligung zur Bildung einer Aktiengesellschaft oder zur Ausgabe von Teilschuldverschreibungen, auch wenn die letztere Beteiligungs- oder Finanzierungsunternehmungen eingeräumt wird. Hiedurch wird nur auf Tatsachen Rücksicht genommen, die der finanzielle Aufbau kapitalintensiver Unternehmungen bedingt. Die vom Gesetze vorgesehene Gewährung einer über das Maß der Leitungsrechte hinausreichenden Benutzung von Straßen, Gewässer und Grundeigentum des Staates (Punkt 2 *b*) und die Stundung der Steuer- und Prozentualgebühren auf einen Zeitraum von höchstens fünf Jahren (Punkt 2 *g*) werden allgemein als Maßnahmen von keiner solchen Bedeutung betrachtet, daß sie besondere Pflichten zur Folge haben dürfen.

Mit der Passierung der Zinsen von Hypothekardarlehen, Prioritätsobligationen oder sonstigen Anlehensschulden wird ein Grundsatz der österreichischen Aktienbesteuerung durchbrochen, der den industriellen Aufstieg empfindlich hintangehalten hat. Die Einbeziehung der Obligationszinsen in die Besteuerungsgrundlage, ein Unikum der österreichischen Gesetzgebung, hat sich insbesonders in der Elektrizitätswirtschaft bitter gerächt. Wie die Emissionsstatistik des Auslandes zeigt und wie es dem finanziellen Gefüge großer Elektrizitätsunternehmungen entspricht, müssen diese billiges und langfristiges Anlagekapital suchen, wozu sich nur der Hypothekar- oder Obligationenkredit

Digitized by Google

eignet. Ihre Obligationen und ebenso ihre Aktien können sie wegen ihrer langen Anlaufdauer geraume Zeit lediglich bei Beteiligungs- oder Finanzierungsgesellschaften placieren. Deshalb ist volle Steuerfreiheit der Zinsen von Hypothekarschulden, Obligations- und sonstigen Anlehensschulden und von Portefeuilleaktien eine unerläßliche Voraussetzung für die Beschaffung der Geldmittel zur Errichtung großer Elektrizitätsunternehmungen. So sehr die grundsätzliche Haltung des Entwurfes zu diesem Punkte anzuerkennen ist, kann das von ihm Gebotene nicht als zureichend angesehen werden.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß eine systematische Elektrizitätspolitik vor der Tatsache ihr Auge nicht verschließen darf, daß Wasserkraftanlagen in der Hauptsache von vornherein voll ausgebaut werden müssen, daß aber eine volle Ausnutzung erfahrungsgemäß erst nach Jahren eintritt. Deshalb können solche Werke in der Zwischenzeit keine oder nur geringe Überschüsse liefern. Bei Bedachtnahme auf diese Umstände wäre für Elektrizitätswerke, gleichwie für Lokal- und Kleinbahnen vollständige Steuer- und Gebührenbefreiung auf eine zeitlich begrenzte Dauer, zumindest jedoch bis zur Erreichung einer konzessionsmäßig festzulegenden Gewinnstufe, vorzusehen.

Zu § 7. Öffentliche Pflichten.

Ob in einem Gemeindegebiete eine Anlage für gewerbemäßige Stromabgabe errichtet werden darf, hat bisher die Gemeinde, mitunter nach Genehmigung des übergeordneten Selbstverwaltungskörpers, entschieden. Wie die Anlage auszuführen ist, hat die Gemeinde in den meisten Fällen bisher nicht bestimmt, es wäre denn, daß die Anlage für ihre Rechnung gebaut wurde. Die Unternehmung mußte sich bisweilen verpflichten, die Anlage zu erweitern, wenn für die neuen Aufwendungen ein angemessenes Erträgnis gesichert war. Im übrigen konnte die Unternehmung nach eigenem Gutdünken handeln. Nach dem Entwurfe wird auch die Ausführungsart der Anlage, selbst in vielen Einzelheiten, dem staatlichen Befehl unterliegen. Diese Neuerung wird von Vielen bekämpft. Man besorgt Behinderungen und Bedrückungen von einem bureaukratischen Regiment, dem die auf elektrotechnischem Gebiete unentbehrliche, leichte Anpassungsfähigkeit fehlt, und befürchtet, daß eine Lehrmeinung unter amtlichem Zwange zur Alleinherrschaft erhoben und durch die Verdrängung anderer Auffassungen die volle Entfaltung der Elektrizitätswirtschaft beeinträchtigen wird. Wo Erwägungen technischer und wirtschaftlicher Zweckmäßigkeit und Angemessenheit im Vordergrunde stehen, ist kein Raum für behördliche Entscheidungen. Es muß daher größere Bewegungsfreiheit gegönnt werden.

Im Punkte 1 erscheint es berechtigt, die Worte „die dem Stande Technik..... bis insbesondere" zu streichen. Dem Beliehenen ist nur die Verpflichtung aufzuerlegen, die erbauten Anlagen im betriebsfähigen Zustande zu erhalten, die Energiequellen bei Gewähr angemessenen Ertrages auszubauen und auszunutzen. Sonst könnte Scheu vor großen Kapitalsinvestitionen entstehen; der Beliehene soll nicht zu besorgen haben, daß er zu Umbauten gezwungen werden könnte, ohne Rücksicht darauf, ob die gemachten Kapitalsaufwendungen getilgt sind und ob die neuen Anschaffungen eine Steigerung des Ertrages bringen und vor Konzessionsablauf amortisiert werden können.

Zu Punkt 2 muß darauf hingewiesen werden, daß Bestrebungen zur Normalisierung in den Berufskreisen längst im Zuge sind und daß die von unserem Vereine aufgenommenen Arbeiten einen staatlichen Eingriff entbehrlich machen werden. Jedenfalls ist lediglich darauf Einfluß zu nehmen, daß das Stromsystem und die Periodenzahl bei neu entstehenden Anlagen unter Berücksichtigung des in Aussicht genommenen Zusammenschlusses gewählt werde. Keineswegs darf die Forderung nach Gleichartigkeit so weit getrieben werden, daß hiedurch etwa neuen Unternehmungen unwirtschaftliche Aufwendungen erwachsen könnten. Ist ein Zusammenschluß wirtschaftlich geboten, so wird er von den Beteiligten aus freien Stücken vollzogen. Die Mitbenutzung des Leitungsnetzes wird praktisch genommen fast nie möglich sein. Sobald gegenseitiger Strombezug zulässig und zweckdienlich ist, werden derartige Vereinbarungen ohne staatlichen Eingriff zustande kommen. Zwang zur Aushilfe und Unterstützung werden darum abgelehnt. Es wird beantragt, die letzten sieben Zeilen im Punkte 2 nach „fügen" zu streichen, zumindest aber die Worte „und jene Vorkehrungen" und den darauffolgenden Relativsatz.

Zu Punkt 3 wurde verlangt, für das erste Wort „Sie" zu setzen „Unternehmungen, welche wesentliche staatliche Begünstigungen in Anspruch nehmen...." Welche Begünstigungen als wesentlich zu betrachten sind wäre im § 6 zum Ausdruck zu bringen.

Zu Punkt 3 wurde ferner beantragt, den Satz „Die Abgabe" bis „vorweg belasten" zu streichen oder durch Einfügung der Worte „gleiche Verhältnisse vorliegen und" nach „soferne" in Zeile 15 zu ergänzen. Durch diese Einfügung soll die Unternehmung in den Stand gesetzt werden, auf die örtliche Lage der Verbrauchsstelle und die hiedurch bedingten Stromverluste und Leitungskosten, auf die Größe und den Grad des Verbrauches und die Benutzungsdauer Bedacht zu nehmen.

Zu Punkt 4 wurde unter Heranziehung von Artikel 56 des Schweizerischen Wassergesetzes dargelegt, daß eine Überwachung der Rechnungsführung und Gebarung nur in Betracht gezogen werden könnte, wenn sich der Staat an dem Unternehmen im erheblichen Grade beteiligt oder finanzielle Begünstigungen von wesentlicher Bedeutung gewährt. Gegen die Verpflichtung zur Dotation eines Erneuerungsfonds und die hiefür maßgebende Anordnung wird geltend gemacht, daß die Wahrnehmung staatlicher Interessen in diesem Belange weit übers Ziel schieße. Die Bestimmung habe in Wahrheit nicht rationelle Gebarung zum Vorteile des Beliehenen im Sinne. Der Entwurf nötigt nämlich zur Vornahme von Abschreibungen und zur Ansammlung eines Erneuerungsfonds in der vollen Höhe des durch Abnutzung usw. entstehenden Minderwertes, will jedoch bei der Festsetzung des Ablösungspreises nur das um die Abschreibungen verminderte Anlagekapital (§ 10, Punkt 3) als Grundlage nehmen und dennoch den Erneuerungsfonds für die Staatsverwaltung beanspruchen. (Erläuterungsbericht S. 80, Z. 4 von unten).

Eine mildernde Abänderung dieses Punktes ist deshalb geboten.

Die Verpflichtung zur Reservierung von Kraft, die auf die Verhandlungen um Verleihung von Wasserrechten verzögernd und verstimmend eingewirkt hat, taucht im Punkt 5 neuerdings auf. Einigkeit herrscht in der Ablehnung einer derartigen Verbindlichkeit für Wärmekraftanlagen. Aber auch bei Wasserkraftanlagen wäre die Pflicht zeitlich, örtlich und quantitativ zu begrenzen. Die Belastung soll nach Ansicht Vieler nur öffentliche Wasserkräfte treffen und nicht in übertriebenem Ausmaße stattfinden. Die vollen Selbstkosten der zur Verfügung gehaltenen Energie, insbesondere die Aufwendungen für Erhaltung, Verzinsung und Tilgung der quotenmäßig entfallenden Anlage- und Betriebskosten, wären jedenfalls der Unternehmung zu ersetzen, wenn ihr eine anderweitige Ausnutzung der reservierten Kraft nicht möglich war.

Digitized by Google

Zu § 8. Tarife.

Im Vergleiche zum bisherigen Zustand soll insofern eine Änderung eintreten, als nicht mehr die Gemeinde sondern der Staat Träger der Tarifhoheit ist. Sollte jedoch die Verteilung im kleinen den Gemeinden oder Gemeindeverbänden innerhalb ihres Gebietes vorbehalten werden, dann wird die Frage aufgerollt werden, wer innerhalb des Verteilungsgebietes Träger der Tarifhoheit sein soll. Die Freunde der Selbstverwaltung fordern Unabhängigkeit von staatlicher Tarifhoheit. Viele sind der Ansicht, daß nur Unternehmungen, die eine öffentliche Wasserkraft benutzen oder über ein auf ihr Verlangen staatlich zugesichertes Absatzgebiet verfügen oder denen wesentliche finanzielle Begünstigungen eingeräumt wurden, der staatlichen Tarifhoheit und damit dem § 8 zu unterstellen sind.

Andere erachten aus volkswirtschaftlichen und steuerpolitischen Gründen die Handhabung der Tarifhoheit durch den Staat für geboten.

Allerdings besteht darüber keine Meinungsverschiedenheit, daß die Tarifhoheit nicht so ausgeübt werden darf, wie der Entwurf im § 8 beabsichtigt. Es darf nicht privaten oder öffentlichen Unternehmungen die Aussicht auf Unternehmerlohn und Risikoprämie versperrt werden. Dies geschieht jedoch, wenn die Staatsverwaltung die Macht hat, eine Tarifherabsetzung zu verfügen, sobald das in der Konzessionsurkunde bezeichnete Mindesterträgnis im Durchschnitte der abgelaufenen Geschäftsjahre erreicht worden ist. Hiedurch wird gewissermaßen die angenommene Mindesthöhe des Reinerträgnisses als Obergrenze bestimmt. Mindest- und Höchstgewinn fallen zusammen, denn die Unternehmung hat zu besorgen, daß eine Tarifherabsetzung jeder Aufwärtsbewegung des Gewinnes sofort auf dem Fuße folgen wird. Da das Kapital stets den Kanälen der besten Verzinsung zuströmt, so ist es gewiß nicht angebracht, seinen Zufluß zur Elektrizitätswirtschaft zu hemmen, das Gewinststreben durch Maximaltarife und enge Rentabilitätsgrenzen einzudämmen. Eine Abänderung des Punktes 4 ist demnach unvermeidlich. Sie müßte sich etwa in der Richtung bewegen, daß innerhalb eines erheblichen Spielraumes oberhalb der durchschnittlichen Mindesthöhe des Reingewinnes keine Tarifherabsetzung in Kraft treten kann und daß erst nach Erreichung einer höheren Gewinststufe während des Durchschnittes aller abgelaufenen Geschäftsjahre eine Tarifherabsetzung zulässig sein soll. Der Abschlag an dem Tarife wäre nach einer Skala vorzunehmen, die das Interesse der Unternehmung an der Verbesserung des Betriebes stets wach hält. Nachdem sich die Entwicklung des Zinsfußes für die nächste Zeit nicht voraussehen läßt, wurde angeregt, die Gewinststufe, bei der eine Tarifherabsetzung eintreten darf, nicht von vornherein zahlenmäßig festzulegen, sondern in Beziehung zu einer jeweiligen Standardverzinsung zu bringen.

Die bisherigen Vereinbarungen über Maximaltarife enthielten vielfach eine Ergänzung durch die sogenannte Kohlenklausel, die im wesentlichen eine Abhängigkeit der Tarifsätze von den Kohlenpreisen zum Ausdruck bringt. Diese Relation zwischen den Betriebsauslagen und dem Verkaufspreis zu verallgemeinern, hätte gewiß viel für sich; man wendet aber ein, daß eine solche Bestimmung auf technische Schwierigkeiten in der genauen Ermittlung der Erzeugungskosten stößt und für Wasserkraftanlagen kaum in Betracht kommt. Deshalb hat auch das Schweizerische Wassergesetz von 1916 in Artikel 55 d die Herabsetzung der Strompreise bei erhöhtem Gewinne ins Auge gefaßt. Ebenso hat in der Elektrizitätsenquête im Jahre 1908 unser Vertreter, der die periodische Revision der Tarife ablehnte, die Erreichung gewisser Gewinststufen als Voraussetzung für Herabsetzung der Tarifsätze zur Erörterung gestellt.

Bei Notständen Abhilfe zu schaffen, ist Sache der Allgemeinheit, vorzüglich der öffentlichen Körperschaften und des Staates. Einem Unternehmen auf privatwirtschaftlicher Grundlage ist eine Belastung von der Art des Punktes 6 nicht aufzubürden, weshalb die Streichung dieses Punktes gefordert wird.

Zu § 9. Gewinnbeteiligung des Staates.

Gegen eine staatliche Gewinnbeteiligung erhebt sich das grundsätzliche Bedenken, daß der Staat hiedurch mit seiner Stellung als Träger der Tarifhoheit in Widerspruch gerät. Sobald sich der Staat auf die Überwachung der Großerzeugung beschränken müßte und die Stromverteilung den Organen der Selbstverwaltung und ihren Vertragsgenossen überlassen soll, so werden die Träger der Selbstverwaltung eine Gewinnabgabe für sich beanspruchen und es wird jedenfalls geboten sein, solchen Ansprüchen Grenzen zu ziehen.

Wie immer diese Fragen geregelt werden mögen, darin besteht keine Meinungsverschiedenheit, daß die Verleihung des Enteignungsrechtes, nach manchem auch die Zusicherung eines Absatzgebietes, kein Recht auf Gewinnbeteiligung begründen soll. Fällt dem Staat doch ohnehin kraft seines Besteuerungsrechtes ein wesentlicher Anteil des Gewinnes zu! Für eine darüber hinausgehende Gewinnbeteiligung kommen vorzüglich die Ausnutzung öffentlicher Gewässer oder staatlicher Energiequellen in Betracht, wofern die Unternehmung hiefür nicht ein besonders vereinbartes Entgelt zu entrichten hat.

Eine staatliche Gewinnbeteiligung soll jedenfalls erst anheben, wenn das unbelastbare Reinerträgnis im Durchschnitte aller abgelaufenen Geschäftsjahre erreicht wurde.

Es wurde angeregt, die Untergrenze für den Beginn der staatlichen Gewinnbeteiligung nicht im voraus durch eine unbewegliche Zahl für die ganze Konzessionsdauer festzulegen, sondern sie in eine Abhängigkeit vom jeweiligen Ertrag der Staatsrente oder einem Standardzinsfuß zu bringen, etwa derart, daß dem Unternehmen ein um einige Prozente höheres Erträgnis frei vom Zugriffe durch staatliche Gewinnbeteiligung gewahrt bleiben soll.

Einigkeit herrscht in der Überzeugung, daß die Festsetzung des freien Mindesterträgnisses mit nur 6% die Unternehmerlust ersticken würde.

Was das Ausmaß der Gewinnabgabe betrifft, so empfiehlt man von dem Reinerträgnisse, das mehr als 8% ausmacht, aber 12% nicht übersteigt, ein Drittel, vom Reinerträgnisse, das 12% übersteigt, die Hälfte der Staatsverwaltung zu sichern. Die Inanspruchnahme des höheren Gewinnanteiles soll aber erst zulässig sein, wenn das Reinerträgnis der Unternehmung im Mittel der vorausgegangenen drei Geschäftsjahre 12% überstiegen hat. Die vorangeführten Ziffern werden den derzeitigen Verhältnissen entsprechend erachtet; sie hätten sich im Sinne früherer Ausführungen zu ändern, wenn die wirtschaftlichen Verhältnisse andere würden.

Für die Abgaben an den Staat und die öffentlichen Körperschaften wird Steuerfreiheit begehrt, sie sollen nicht in die Besteuerungsgrundlage einbezogen werden.

Zu § 10. Ablösungsrecht.

Während der Entwurf das Ablösungsrecht gegenüber einer großen Reihe von Elektrizitätsunternehmungen dem Staate vorbehalten will, wird von vielen das Einlösungsrecht nur für große Anlagen, die für den Betrieb staatlicher Anstalten unentbehrlich oder von überragender öffentlicher Bedeutung sind, oder öffentliche Gewässer oder staat-

Digitized by Google

liche Energiequellen ausnutzen, gebilligt. Zu beachten ist, daß auch ausländische Gesetzgebungen Einschränkungen vornehmen. Da das Enteignungsrecht auch für kleine Werke vielfach unentbehrlich ist, so möge seine Verleihung nicht zum Ausgangspunkte genommen werden.

Die schlechten Erfahrungen Großbritanniens sind ein Warnungszeichen gegen frühzeitigen Beginn des Einlösungsrechtes. Es muß dem Umstande Rechnung getragen werden, daß Elektrizitätsunternehmungen allmählich zur Ausnutzung ihrer ganzen Betriebskraft gelangen. Deshalb soll das Ablösungsrecht frühestens nach Ablauf von 30 Jahren nach Inbetriebnahme der Anlage ausgeübt werden dürfen.

Entgegen der fakultativen Regelung des Ablösungspreises im Entwurf wird angeregt, im Gesetze selbst die Grundsätze für die Bewertung festzulegen.

Im Einklang mit der ausländischen Gesetzgebung ist zu fordern, daß billigerweise der Ablösungspreis nicht allein eine Vergütung für den Anlagenwert, sondern auch einen Zuschlag für den Geschäftswert, den Erwartungswert, enthalten soll (vgl. zum Beispiel § 10 des Bayerischen Staatsvertrages mit den Lechwerken, Artikel 23 des französischen Dekretes vom 20. August 1908). Sobald nur der um die Abschreibungen verminderte Anlagenwert der Ablösung zugrunde gelegt wird, müsse der Erneuerungsfonds der Unternehmung verbleiben.

Gegen den Vorbehalt, den Ablösungspreis nach Wahl der Staatsverwaltung auch in Staatsschuldverschreibungen zu leisten, sind Einwendungen laut geworden.

Die Reservebestandteile sowie alle jene Sachen, die nicht auf dem Anlagenkonto gebucht werden, sind von der Ablösung auszunehmen. Die Unternehmung kann nur verhalten werden, den Gegenstand der Ablösung in einem der ordnungsmäßigen Betriebsführung entsprechenden Zustande zu übergeben. Ein Mehreres kann ihr nicht zugemutet werden, wenn sie hiefür nicht besonders entschädigt wird.

Gegen den Schlußsatz im Punkte 9, der die Indienstnahme von Beamten mit langfristigen Verträgen praktisch unmöglich macht, wird Widerspruch erhoben, wobei gerade die Wichtigkeit der Werbearbeit und der sachkundigen Leitung für Elektrizitätsunternehmungen und die Notwendigkeit, selbst in Betrieben öffentlicher Körperschaften die für diese Tätigkeit geeigneten Kräfte durch langdauernde Verträge zu binden, betont wird. Deshalb kann dem Elektrizitätsunternehmen nur die Verpflichtung auferlegt werden, in dem Zeitraume nach der Ankündigung der Ablösung keine Anstellungen mit einer Kündigungsfrist von mehr als einem Jahre vorzunehmen.

Die Ankündigungsfrist (Punkt 10) ist zu kurz, sie ist mit mindestens 3 bis 5 Jahren zu bemessen. Um die Unternehmung in ihrer Geschäftsführung nicht zu sehr zu beengen, wird vorgeschlagen, daß die Ausübung des Ablösungsrechtes, statt wie nach Punkt 2 in je fünfjährigem nur in je zehnjährigem Zeitraum zulässig sein soll.

Gegen den Schlußsatz im Punkte 12 wird geltend gemacht, daß sich Gemeinden Ablösungsrechte unter großen Zugeständnissen gesichert haben und darum ihnen diese nicht entzogen werden sollen.

Auch wird verlangt, daß der Staatsverwaltung gegen öffentliche Elektrizitätsunternehmungen kein Ablösungsrecht zustehen soll. Diese Forderung wird mit der Stellung der Gemeinden in der Elektrizitätswirtschaft, ihrem Beruf zur Ausübung des Stromverteilungsgeschäftes begründet.

Zu § 11. Erlöschen der Konzession.

Die Verwirkungsgründe der Konzession wären auf die Fälle *a*, *c*, *e*, *f* zu beschränken und in den Fällen *a* und *c* ausdrücklich hervorzuheben, daß unverschuldete Unterlassung die Rechtsfolge der Verwirkung nicht nach sich zieht.

Die Wiederherstellungspflicht wird mit dem Hinweise bekämpft, daß die Staatsverwaltung hiemit dem Beliehenen eine Last aufbürde, die in dieser Allgemeinheit in keiner anderen Gesetzgebung vorkommt.

In Frankreich ist der Konzessionär verpflichtet, die gesamten auf öffentlichen Straßen befindlichen Anlagen zur Verteilung auf seine Kosten zu entfernen, unterirdische Leitungen kann er jedoch preisgeben, wenn sie keinerlei Erschwernis für die öffentliche Benutzung der Straße bilden. (Artikel 22, Dekret). Hiebei ist zu berücksichtigen, daß das staatliche Heimfallsrecht vom Entwurf in einem Umfang beansprucht wird, der anderen Gesetzgebungen fremd ist.

Unter allen Umständen ist zu fordern, daß die Wiederherstellungspflicht sich nicht erstrecken solle auf Anlagen, die sich auf eigenem Grund und Boden befinden und daß auch im übrigen nur die Entfernung jener Anlagenteile verlangt werden darf, die für die weitere öffentliche Benutzung eine wesentliche Erschwernis verursachen.

Zu § 12. Rechtsverhältnisse nach Endigung der Konzession.

Der Zweck der in Punkt 1 geforderten Erklärung ist nicht klar. Um eine Gebührenvorschreibung hintanzuhalten, wäre Gebührenfreiheit ausdrücklich auszusprechen.

Das Heimfallsrecht des Staates hält den Unternehmer ab, Nachschaffungen, zeitgemäße Verbesserungen und Umgestaltungen, besonders in den letzten Jahrzehnten vor dem unentgeltlichen Übergang, vorzunehmen. Hiedurch wird den Abnehmern der Genuß technischer Neuerungen und die Aussicht auf Preisverminderung entzogen. Auch ist zu berücksichtigen, daß viele Anlagenteile infolge ihrer kurzen Lebensdauer bis zum Ablauf der Konzession wiederholt erneuert werden müssen. Hieraus ergibt sich die Forderung, daß für Investitionen, die noch nicht zur Gänze amortisiert sind, eine besondere Vergütung zu gewähren ist.

Im Motivenbericht (Seite 82) findet sich eine Bemerkung, die die Möglichkeit einer derartigen Vergütung andeutet; im Entwurf ist sie nicht enthalten.

Zu beachten bleibt auch in diesem Punkte die Milde der ausländischen Gesetzgebung. So gehen nach dem Schweizerischen Wassergesetz (Artikel 67) nur die Anlagen zur Fassung, Stauung, Leitung des Wassers und die Wassermotoren mit den für sie bestimmten Gebäuden über, während für die Anlagen zur Erzeugung und Fortleitung elektrischer Kraft sogar ein Recht auf billige Entschädigung zugestanden wird. Auch nach dem bayerischen Staatsvertrag mit den Lechwerken werden nur die Stromverteilungsanlagen mit Ausnahme der Hochspannungsleitungen, Transformatorstationen und Zähler kostenlos in den Besitz des Staates übergehen, während für alles übrige der Anlagewert, soweit er nicht amortisiert ist, zu vergüten ist. Das Berner Wassergesetz von 1907 beläßt dem Unternehmer nach Ende der 100jährigen Konzession den Ersatzanspruch für den Wert des Grund und Bodens, auf welchem die Bauten stehen, sowie für die maschinellen Einrichtungen.

Demzufolge wäre es eine unbillige Härte, der Unternehmung zuzumuten, sich ihrer ganzen Anlagen unentgeltlich zu begeben und die Hypotheken oder Anleiheschulden, die sie während der Konzessionsdauer nicht tilgen konnte, aus anderen Mitteln zu decken.

Auch in Österreich ist zumindest ein Recht auf Vergütung für die noch nicht vollständig abgeschriebenen Anlagenteile anzuerkennen.

Dagegen könnte zu Gunsten der Staatsverwaltung ausbedungen werden, daß für alle Kapitalsaufwendungen, die nicht im Rahmen der fortlaufenden ordentlichen Ge-

Digitized by Google

schäftsführung liegen, in den letzten zehn Jahren vor Ablauf der Konzessionsdauer die staatliche Genehmigung einzuholen sei.

Das staatliche Heimfallsrecht wäre nach Ansicht Mancher gegen öffentliche Unternehmungen überhaupt gesetzlich fallen zu lassen.

Zu § 13. Streitigkeiten.

Nicht nur bei Streitigkeiten wegen der Ablösung oder des Überganges an den Staat, sondern auch bei Streitigkeiten wegen Verwirkung der Konzession ist es dringend erforderlich, daß die Gerichte zur Entscheidung berufen werden. Gerade in diesen Fällen kommt es vielfach auf Tatfragen an und für ihre Überprüfung ist der Verwaltungsgerichtshof nicht zuständig.

Ferner muß nachdrücklich verlangt werden, daß, gleichwie nach Artikel 71 des Schweizerischen Wassergesetzes, die Streitigkeiten zwischen dem Beliehenen und der Verleihungsbehörde über die aus dem Konzessionsverhältnisse entspringenden Rechte und Pflichten grundsätzlich der Entscheidung der Gerichte zugewiesen werden.

Zu § 14. Aufsicht.

Gegen die weitgehende Bevormundungstendenz wird entschiedener Widerspruch erhoben. Lehrreich ist auch in dieser Beziehung der Vergleich mit der Gesetzgebung des Auslandes, wie zum Beispiel Artikel 56 des Schweizerischen Wassergesetzes.

Nur soweit die Aufsicht zu Zwecken der Sicherheits- oder Gewerbepolizei oder für die Landesverteidigung zu dienen hat, ist sie zu beanspruchen.

Nur dann, wenn Rechte ausbedungen werden, die mit der Geschäftsführung des Konzessionsinhabers im Zusammenhang stehen, wie Gewinnbeteiligung, Befugnis zur Herabsetzung der Strompreise, soll staatliche Aufsicht in geschäftlicher Beziehung zulässig sein, soweit hiefür ein Interesse glaubhaft gemacht wurde.

Über die wirtschaftliche und technische Zweckmäßigkeit der Einrichtungen hat blos die Unternehmung zu entscheiden, die Verantwortung und Gefahr zu tragen hat.

Als Ungeheuerlichkeit ist die Bestimmung im Punkt 4 gekennzeichnet worden, die eine Vermögensentziehung als Strafe androht, ohne gegen eine so harte Verfügung auch nur e i n Rechtsmittel offen zu lassen.

Zu § 15. Elektrizitätsbuch.

Der Punkt 1 deckt sich im wesentlichen mit Artikel 676, d. Schweizerischen Zivilgesetzbuchs und einem Vorschlage unseres Vertreters in der Elektrizitätsenquête im Jahre 1908.

Die Bestimmung im Punkt 1 hat allgemeine Zustimmung gefunden und könnte durch kleine textliche Änderungen, die den Grundbuchskörper des Werkes als Hauptsache, die Leitungen als Zugehör kennzeichnen, zur Befestigung des Realkredites dienen; sie hat den Vorzug, sich in das bisherige Grundbuchsystem einzufügen. Zur Zerstreuung von Zweifeln über die Zugehörigkeit der in den einzelnen Gemeindegebieten geführten Leitungen wäre eine grundbücherliche Anmerkung bei der Hauptsache, dem Werk, und zwar in dem Besitzstandblatt ihrer Grundbuchseinlage vorzusehen. Hiedurch würde sich der schwerfällige und kostspielige Apparat eines besonderen Elektrizitätsbuches (Punkt 2 bis 7), in das alle von der Unternehmung erworbenen Leitungsrechte eingetragen werden sollen erübrigen. Nachdem die großen Elektrizitätsunternehmungen des Auslandes den Obligationenkredit genießen, ohne daß ein besonderes Elektrizitätsbuch irgendwo sonst besteht, so bleibt zu erwägen, ob nicht auch bei uns in der Schaffung neuer Rechtseinrichtungen Sparsamkeit am Platze wäre.

Zu § 16. Elektrische Eigenanlagen.

Leitungs- oder Enteignungsrechte für Eigenanlagen zu gewähren, ist aus volkswirtschaftlichen Gründen ratsam, wenn die Erhöhung der Leistungsfähigkeit des betreffenden Unternehmens dem allgemeinen Wohle, wenn auch nur mittelbar, zugute kommt. Den öffentlichen Nutzen solcher Anlagen im Einzelfalle auszusprechen, muß der Staatsverwaltung überlassen werden, deshalb kann nicht allen Eigenanlagen durch das Gesetz ein Anspruch auf Leitungs- oder Enteignungsrechte eingeräumt werden. Für die Überlassung des Leitungs- und Enteignungsrechtes dürfen den Eigenanlagen nur solche Gegenleistungen auferlegt werden, die den fallweise eingeräumten Vorteilen gleichwertig sind. Keineswegs sind sie jedoch dem Konzessionszwange und den Bestimmungen der §§ 7, 11 und 14 zu unterwerfen, sobald sie sich nicht mit der gewerbemäßigen Stromabgabe an andere befassen. Die Überlassung der Leitungsrechte an Eigenanlagen muß für eine zeitlich beschränkte, jedoch verlängerbare Dauer erfolgen.

Gegen die Bestimmung im Punkte 3, die in Verbindung mit § 27 des Entwurfes einen verschleierten Anschlußzwang einführen will, muß Einspruch erhoben werden. Die Freiheit der Eigenanlage ist, wenn Leitungs- oder Enteignungsrecht nicht gefordert werden, bisher in keinem Staate angetastet worden. Der Anschlußzwang wird abgelehnt, weil die Abwägung der Vorteile von Eigenanlage oder Anschluß auch für den erfahrenen Fachmann eine schwer lösbare Aufgabe bedeutet. Besonderer Nachdruck wird darauf gelegt, daß die Freiheit der Eigenanlage gegen wirtschaftliche, fiskalische, politische und nationale Übergriffe schützt, und daß dieses Mittel dem Großabnehmer zur Erreichung eines günstigen Strompreises nicht vorenthalten werden darf.

Zu §§ 17 bis 31. III. Hauptstück, Verfahren.

Das bisherige Baugenehmigungsverfahren hat, wie eine öffentliche Aussprache im Dezember 1902 innerhalb unseres Vereines beleuchtete, zu begründeter Klage Anlaß gegeben.

In unserer Denkschrift vom Mai 1903 haben wir die Abstellung der Übelstände, die Vereinfachung des Geschäftsganges mit dem zeitraubenden schriftlichen Verkehr, den unzähligen Planvorlagen und die Verbindung des gewerbe-, bau- und wasserpolizeilichen Verfahrens vorgeschlagen.

Der Entwurf trägt diesen Forderungen der Praxis teilweise Rechnung und strebt besonders die Zusammenfassung aller Verwaltungsfragen in einer Verhandlung an. Durch die Gestaltung des Verfahrens im Einzelnen und durch die undurchsichtige Gliederung desselben, besonders hinsichtlich des Verhältnisses der Unterlagen für die Konzessionswerbung und die Baugenehmigung, ferner durch die Vereinheitlichung der Zuständigkeit, die dem k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten für das ganze Staatsgebiet zugewiesen wird, hat der Entwurf auch in diesem Stücke Gelegenheit zur Kritik gegeben.

Insoweit die Einrichtung des Verfahrens dem Eisenbahnrechte bewußt nachgebildet ist, wird betont, daß zwischen einem Elektrizitätsunternehmen und einem Bahnunternehmen doch nur entfernte Ähnlichkeit besteht und daß sie daher nicht nach der gleichen Schablone zu behandeln sind. Bei der Planung einer Bahn steht die Linienführung in groben Umrissen von vornherein fest, dagegen ist die Reichweite einer Elektrizitätsunternehmung dehnbar und elastisch, der Aktionsradius ihres Leitungsnetzes paßt sich dem Bedarf, der Nachfrage, fortgesetzt an, Erweiterungen

Digitized by Google

des Leitungsnetzes und des Absatzgebietes sind eine tägliche Erscheinung; deshalb wäre es verfehlt, hiefür in der Konzessionsurkunde starre Grenzlinien zu ziehen. Aber auch sonst ist der Konzession in der Elektrizitätswirtschaft nicht die überragende Rolle zuzuteilen, die sie im Eisenbahnwesen genießt. Der gewiß nicht mustergültige Verlauf der Konzessionsverhandlungen in der Eisenbahnwirtschaft läßt befürchten, daß der Handel in und mit Konzessionen auch in der Elektrizitätswirtschaft seinen Einzug halten wird. Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß für die Umgrenzung des Absatzgebietes, solange ein genauer Wirtschaftsplan nicht vorliegt, objektive Richtlinien fehlen. Sollte den Organen der Selbstverwaltung das Verfügungsrecht über die öffentlichen Straßen usw. und damit die Herrschaft über die Absatzwege belassen werden, so wird die Zuteilung von Versorgungsgebieten durch die Staatsverwaltung hinfällig. Unter diesen Umständen wird wie bisher in den Verhandlungen und Vereinbarungen mit den Großabnehmern, den Industriellen, und den Gemeinden oder Gemeindeverbänden, mögen diese selbst den sogenannten Kleinverkauf, die Stromverteilung, für eigene Rechnung vornehmen oder die Unternehmung hiezu berechtigen, der Schwerpunkt des Gründungsverfahrens liegen. Erst nach den Ergebnissen dieser Verhandlungen wird ein klares Bild über die erste Gestaltung des Leitungsnetzes zu gewinnen sein und darnach wird sich, besonders bei Wärmekraftanlagen, die Wahl des Standortes maßgeblich richten.

Wir empfehlen daher das Verfahren etwa derart zu gliedern, daß nach Vornahme der Vorarbeiten die Vorlage eines generellen Projektes und der Behelfe für die Beurteilung des Zweckes der Unternehmung zu folgen und hierauf die Zusicherung der Konzession unter Festlegung aller Rechte und Pflichten stattzufinden hätte. Diese Zusicherung wäre an mehrere Vorbehalte, insbesondere jene der Einigung mit den in Betracht kommenden Wegeverwaltungen und der Baugenehmigung zu knüpfen und für eine beschränkte, wenn auch verlängerbare Zeit zu erteilen. Nebenbei bemerkt, hat sich in der Praxis der Eisenbahnverwaltung dieser Weg der vorläufigen Zusicherung vielfach eingebürgert.

Sobald der Konzessionswerber mit den beteiligten Interessenten und den öffentlichen Körperschaften im Reinen ist, hat er auf Grund eines detaillierten Projektes und der nunmehr fertigzustellenden Baupläne um die Baugenehmigung einzuschreiten. Erst in diesem zweiten Abschnitt wird er in der Lage sein, den Umfang der beanspruchten Leitungs- und Enteignungsrechte innerhalb des Bereiches der gegenständlichen Baugenehmigung anzugeben.

An das Baugenehmigungsverfahren hat sich bei nachgewiesener Erfüllung der in der Konzessionszusicherung festgelegten Voraussetzungen die Erteilung der Konzession anzureihen. Für den Inhalt der Verleihungsurkunde erscheinen die Bestimmungen des Artikels 54 und 55 des Schweizerischen Wassergesetzes, auch jene über Scheidung eines obligatorischen und fakultativen Inhaltes beachtlich. Aber auch in anderen Belangen ist es dringend zu wünschen, daß den Bestimmungen dieses Gesetzes, das allerdings nur Wasserkraftanlagen regelt, eingehende Berücksichtigung zuteil werde.

Wir verweisen z. B. auf den Artikel 42, betreffend die Übertragbarkeit der Konzession, auf den Artikel 43, der dem Beliehenen ein verbrieftes, wohlerworbenes Recht gewährt, und dieses mit Garantien gegen Zurückziehung oder Schmälerung umgibt. Gegen die Aufnahme der Leitungs- und Enteignungsrechte in die Konzessionsurkunde (§ 22 *k*) sprechen die früher dargestellten Überlegungen; sie gehören in die Baugenehmigungsurkunden. In der Konzessionsurkunde ist nur auszusprechen, daß der Elektrizitätsunternehmung die Inanspruchnahme der Leitungsrechte und des Enteignungsrechtes zusteht.

Was die Zuständigkeit der Behörden betrifft, so könnte die Durchführung des Baugenehmigungsverfahrens schon im Gesetze den politischen Landesbehörden anvertraut werden. Die Zuweisung des Baugenehmigungsverfahrens an die Landesbehörden hätte auch den Vorteil, daß damit der Partei der Instanzenzug nicht abgeschnitten wird.

Zu erwägen wäre, ob nicht auch für die Zusicherung der Konzession und ihre endgültige Erteilung die politischen Landesbehörden in gewissen Grenzen, so etwa für Anlagen mit einer Generatorleistung bis 5000 kW, für zuständig zu erklären sind. Es ist nicht zu übersehen, daß solche Anlagen stets nur nach Zustimmung einer öffentlichen Körperschaft gebaut werden dürfen, denn die vorstehenden Erörterungen beziehen sich nur auf Unternehmungen, die gewerbemäßig Strom abgeben wollen. Um jede Besorgnis wegen Häufung kleiner Anlagen zu zerstreuen, könnte gefordert werden, daß die Genehmigung durch die übergeordnete Körperschaft, bezw. deren Organ, z. B. den Bezirks-, Kreis- oder Landesausschuß, auf Verlangen der politischen Landesbehörden nachzuweisen ist.

Hinsichtlich der Hausanschlüsse und selbst kleiner Änderungen oder Erweiterungen von Anlagen dürfte, sofern die Inanspruchnahme von Leitungsrechten über fremde Grundstücke nicht in Frage kommt, eine generelle Bewilligung, die gelegentlich der Baugenehmigung für das Leitungsnetz innerhalb eines Gemeindegebietes zu erteilen wäre, genügen. Eine Planvorlage hätte nicht nach jeder einzelnen Ausführung, geschweige denn vor ihr, sondern in periodischen Zeitabschnitten stattzufinden.

Für Eigenanlagen erübrigt sich nach dem zu § 16 Bemerkten der Konzessionszwang.

Um den Wiederaufbau der Friedenswirtschaft in keiner Weise zu hemmen, wäre die Zuständigkeit der politischen Behörden erster Instanz ausnahmslos für alle Eigenanlagen unverändert zu belassen. Dagegen empfiehlt es sich, die Verleihung von Leitungs- und Enteignungsrechten für Eigenanlagen ausnahmslos im Ministerium für öffentliche Arbeiten zu konzentrieren, damit dieses in der Lage ist, die Würdigung des volkswirtschaftlichen Interesses in einheitlicher Übung vorzunehmen und eine ungleichmäßige Erteilung dieser Begünstigung in den einzelnen Kronländern hintanzuhalten.

Wie schon an anderer Stelle hervorgehoben wurde, begegnet die Bestimmung im Punkte 2 und 3 des § 27 starkem Widerspruch, weshalb deren Streichung beantragt wird.

Die Frist für die Erteilung der Betriebsbewilligung im § 29 wird bemängelt und eine erhebliche Kürzung angeregt. Auch die Zuwälzung der Kosten für die behördliche Aufsicht an die Unternehmungen (§ 30) wird abgelehnt.

Zum IV. Hauptstück, Telegraphenanlagen.

Der Vollständigkeit halber ist zu erwähnen, daß die Anfügung folgenden Satzes zu § 32 von Manchen befürwortet wird: „Den Eigentümern öffentlicher und privater Liegenschaften ist auf ihr Verlangen für die Dauer der Belastung eine deren Maß entsprechende Vergütung zu leisten". Dieser Forderung wird hinsichtlich der öffentlichen Liegenschaften entgegengehalten, daß Telegraphenanlagen dem

Digitized by Google

allgemeinen Nutzen in hohem Maße dienen und darum von allen öffentlichen Wegeverwaltungen unentgeltlich zu fördern sind, zumal dann, wenn keine außergewöhnliche Inanspruchnahme der öffentlichen Wege erfolgt.

Zu §§ 37 bis 44. Betriebs- und Vollzugsvorschriften.

Über die Regelung der Verhältnisse beim Zusammentreffen von Telegraphen- und Starkstromanlagen (§ 37) hat sich unsere Denkschrift vom Jahre 1903 ausführlich geäußert; hiebei wurde auf die vorbildliche Lösung dieser Probleme in der Schweizerischen Gesetzgebung das Augenmerk gelenkt. Während sich der Entwurf zum Prioritätsprinzip bekennt, wird in der Schweiz lediglich nach dem Gesichtspunkt technischer Zweckmäßigkeit und volkswirtschaftlicher Ersprießlichkeit im einzelnen Falle entschieden, welche Leitung mit Sicherheitseinrichtungen auszustatten ist oder zu weichen hat. Von Manchen wird die gemeinsame Kostentragung als Regel vorgeschlagen. Starkstromtechniker sind der Ansicht, daß die staatliche Telegraphenverwaltung für die Anbringung von Rückleitungen allein aufkommen solle.

Die unbedingte Bevorzugung der Staatstelegraphen- und Eisenbahnleitungen (§ 38) stößt auf Widerspruch. Man verweist, zum Beispiel auf das Deutsche Telegraphenwegegesetz vom 18. Dezember 1899 und besonders auf die §§ 5 und 6; nach der letzteren Bestimmung sind spätere Anlagen nach M ö g l i c h k e i t so auszuführen, daß sie die vorhandenen Telegraphenlinien nicht störend beeinflussen.

Als Ergänzung zu § 39 wird die Erlassung besonderer Strafbestimmungen zur Erweiterung des Schutzes elektrischer Anlagen gegen böswillige Beschädigungen gewünscht; sie sollen in dieser Richtung den Eisenbahnanlagen im Gesetze ausdrücklich gleichgestellt werden.

Für die zu schaffende Elektrizitätskommission (§ 40) wird von vielen eine Ausgestaltung ihres Wirkungskreises befürwortet. Die Kommission soll bei Meinungsverschiedenheiten zwischen der Staatsverwaltung und den Elektrizitätsunternehmungen vor der Fällung administrativer Entscheidungen gehört werden. Nach Ansicht Mancher wäre sogar die organische Stellung dieser Kommission derart auszubilden, daß sie Entscheidungen des Ministeriums in Fragen technischen und wirtschaftlichen Ermessens auf Anrufen der beschwerten Partei zu überprüfen hätte.

Es empfiehlt sich, den Begriff der Eigenanlage (§ 41, Punkt 2) auch auf jene Fälle auszudehnen, wo die Stromabgabe an Angestellte des Unternehmens oder auch an andere Personen in nicht gewerbemäßiger Absicht stattfindet.

Bis zur Erlassung der in Aussicht genommenen Verordnung wäre nach Ansicht Vieler, bestehenden Unternehmungen freizulassen, Hausanschlüsse unter Beobachtung des gegenwärtig üblichen Verfahrens auszuführen.

Bekanntlich hat die das Elektrizitätsgewerbe regelnde Verordnung des k. k. Handelsministeriums vom 25. März 1883, R. G. Bl. Nr. 41, im § 5 nähere Bestimmungen hinsichtlich der Ausführung und des Betriebes elektrischer Anlagen angekündigt. Das Regulativ ist nicht erflossen. Man hat diesen Verzicht als ein Zeichen weiser Selbstbeschränkung gepriesen. Viele verteidigen diese Methode und empfehlen, an ihr auch in Zukunft festzuhalten, damit dem technischen Fortschritt keine Fesseln angelegt werden.

Warmen Anklang selbst im Kreise von Staatsbeamten findet der Gedanke, daß die von unserem Verein herausgegebenen Sicherheitsvorschriften, mit denen besondere ständige Ausschüsse in unablässigem Bemühen nach Besserung und Anpassung beschäftigt sind, auch in Zukunft die Unterlage der behördlichen Entscheidungen bilden sollen und daß von einer Formalisierung und verordnungsmäßigen Gewandung Abstand genommen werde.

Aus sachlichem Interesse ist zu fordern, daß die im Punkte 3 des § 41 erwähnten Verordnungen im Entwurfe vor der Verhandlung in der Elektrizitätskommission den Fachvereinen behufs Äußerung zugänglich gemacht werden.

Zu § 42.

Diese Bestimmung, welche die Anwendbarkeit des neuen Gesetzes auf bestehende Elektrizitätsunternehmungen und Elektrizitätsanlagen regeln soll, erheischt genaue Prüfung, weil sie die Elektrizitätsversorgung der nächsten Jahre und das Schicksal der unter großen Opfern errichteten Werke entscheidend zu beeinflussen vermag.

Bestehende Eigenanlagen (Punkt 1) in der Vornahme von Erweiterungen und Änderungen zu behindern, sobald Leitungs- und Enteignungsrechte nicht beansprucht werden, ist nicht zweckmäßig. Ein solcher Eingriff verletzt die Grundgesetze unserer gegenwärtigen wirtschaftlichen Ordnung und ist jetzt weniger als je zeitgemäß, weil doch alle wirtschaftlichen Kräfte nach Möglichkeit anzuspannen sind, um die dem Wirtschaftsleben geschlagenen Kriegswunden zu heilen.

Ebenso werden gewichtige Bedenken gegen den Punkt 2 geäußert, der sich mit den bestehenden Elektrizitätsunternehmungen befaßt. Man befürchtet, daß die auf dem Boden des bisherigen Rechtes errichteten Unternehmungen lieber auf den Ausbau ihrer Anlagen und auf jedwede Erweiterung verzichten werden, ehe sie sich den Lasten und Gebundenheiten des § 7 unterwerfen. Gegen den Konzessionszwang bei Inanspruchnahme der Rechte gemäß § 6 des Entwurfes wird ins Treffen geführt, daß die sogenannten Begünstigungen des § 6 nur zum geringsten Teile diesen Namen verdienen. An dem Schlußsatze des Punktes 2, der die Anwendbarkeit der §§ 8, 9, 10 und 12 von einer wesentlichen Änderung der technischen Grundlagen oder des wirtschaftlichen Charakters der Unternehmung abhängig macht, wird getadelt, daß bei der Verschwommenheit dieser Begriffe in den beteiligten Kreisen das Gefühl der Unsicherheit und einer ungleichmäßigen Behandlung leicht Platz greifen könnte.

Allgemein herrscht die Überzeugung vor, daß die Entwicklung bestehender Unternehmungen nicht zu beeinträchtigen ist und daß daher die Voraussetzungen, unter denen sie einem neuen Gesetze zu unterstellen wären, ebenso wie die Grenzen dieses Anwendungsbereiches einer Abänderung bedürfen.

Allerdings ist nicht zu verkennen, daß Übergangsbestimmungen der Sitz der schwierigsten Fragen sind. Um die richtige Grenzlinie zu finden, ist es notwendig, klaren Einblick in die gegebenen Verhältnisse zu gewinnen. Die bestehenden Elektrizitätsunternehmungen haben auf dem Wege freier vertragsmäßiger Vereinbarung mit den betreffenden Gemeinden Leitungsrechte für die Benutzung ihrer öffentlichen Wege und dadurch ein Versorgungsgebiet, wenn auch nicht im monopolistischen Sinne des § 5, Punkt 1 des Entwurfes, erworben. Dafür haben sie den Gemeinden Tarifhoheit, Einlösungs-, Heimfallsrecht usw. zugestanden. Innerhalb dieser vor Wirksamkeit des neuen Gesetzes gesicherten Versorgungsgebiete sind die bestehenden Unternehmungen zum Ausbau ihrer Anlagen vertragsmäßig verpflichtet und berechtigt. Diese Erweiterungen erfolgen sowohl zum Vorteile der Bewohner des Versorgungsgebietes als auch zur Wahrung der eigenen Interessen der Unternehmung. Für diese Arbeiten werden ihnen Leitungsrechte zur Benutzung privater Grundstücke und Enteignungs-

Digitized by Google

rechte gute Dienste leisten, doch sind sie darauf nicht angewiesen. Soll ein Gesetz, das die Förderung der Elektrizität auf seine Fahne schreibt, ihnen nicht zu Hilfe kommen, oder hiefür besondere Vorteile zu Gunsten der Staatsverwaltung ausbedingen? Man übersehe doch nicht, daß für die einzuräumenden Leitungsrechte und die Gegenstände der Enteignung selbstverständlich von der Unternehmung Entschädigung zu gewähren sein wird. Um den Elektrizitätsbedarf des vertraglich gesicherten Versorgungsgebietes zu decken, wird eine bestehende Elektrizitätsunternehmung im Laufe der Zeit genötigt sein, ihre Leistung um das Doppelte zu steigern. Aber auch dann ist sie außerstande, der Staatsverwaltung die Rechte der §§ 8 u. ff zu überlassen, weil diese in den allermeisten Fällen andere öffentliche Körperschaften in Beschlag genommen haben. Für Erweiterungen und Veränderungen innerhalb des erworbenen Versorgungsgebietes kann bestehenden Unternehmungen auch nicht Konzessionszwang mit den Rechtsfolgen des § 7 zugemutet werden, selbst wenn diese Bestimmung, wie zu erwarten ist, einer einschneidenden Änderung unterzogen wird. Wer kann billigerweise von bestehenden Unternehmungen verlangen, daß sie zum Beispiel das Stromsystem, die Periodenzahl und Spannung, die innere Einrichtung ihrer Kraftanlagen und Leitungen ändern sollen, daß sie passive Gebiete einbeziehen oder eine Reservierungspflicht auf sich nehmen oder die Energieausfuhr, die ihnen etwa vertragsmäßig obliegt, einstellen sollen, wenn sie lediglich innerhalb des bisherigen Versorgungsgebietes in ihrer Tätigkeit fortfahren.

Aus diesen Überlegungen verbietet es sich, den Konzessionszwang und die Übernahme der Verpflichtungen des § 7 und selbstverständlich auch jener der §§ 8 u. ff zu fordern, wenn bestehende Unternehmungen nur Erweiterungen oder Änderungen innerhalb des bisherigen Versorgungsgebietes ausführen. Vielmehr ist ihnen für diesen Bereich der Erwerb von Leitungsrechten hinsichtlich privater Grundstücke und von Enteignungsrechten ohne weiteres zu gestatten.

Bemerkenswert ist ein Beschluß des preußischen Herrenhauses vom 9. April 1918, demzufolge der Ausbau bestehender Elektrizitätswerke von einer Genehmigung der Behörde nicht abhängig zu machen ist.

Der § 42 des Entwurfes knüpft weiters den Konzessionszwang mit den Folgen des § 7 an die Zusicherung eines Absatzgebietes gemäß § 5, Punkt 1. Hier handelt es sich um Erweiterungen, die nicht innerhalb des bestehenden, vertraglichen Versorgungsgebietes vorzunehmen sind, sondern um die zukünftige Zuteilung neuer Versorgungsgebiete durch die Staatsverwaltung. Nach dem Entwurfe, und insbesondere nach den Bestimmungen, welche der Staatsverwaltung auch das Verfügungsrecht über die öffentlichen Wege der Gemeinden und der anderen Selbstverwaltungskörper zuteilen, hätte allerdings die Regierung die Macht, in Zukunft Versorgungsgebiete zuzuweisen. Bekanntlich begegnen aber diese Absichten des Entwurfes scharfem Widerspruch. Sollten infolge desselben die Gemeinden nach wie vor über ihre öffentlichen Wege frei verfügen können, so werden sie und die übrigen Selbstverwaltungskörper, wie bisher, es in ihrer Hand haben, ob eine Verteilung des Stromes innerhalb des Gemeindegebietes vorgenommen werden kann. Die Bestimmung der Versorgungsgebiete ist dann Sache der Selbstverwaltung, weil sie über die vorzüglichsten Absatzwege die Herrschaft hat.

Selbst wenn die angedeutete Gegenbewegung im Sande verlaufen und nach einem neuen Gesetze die Zuteilung von Versorgungsgebieten der Staatsverwaltung zustehen sollte, wird man gut tun, die vorhandenen leistungsfähigen Unternehmungen in ihrem Streben nach Expansion, nach Ausnutzung ihrer Energiequellen und ihrer gesamten Anlagen nicht lahm zu legen, um den Elektrizitätsverbrauch zu mehren. Der Erweiterung des Versorgungsgebietes und seiner Abrundung wären nicht allzu viele Steine in den Weg zu legen. Schonende Behandlung bestehender Unternehmungen empfiehlt sich auch aus dem Grunde, damit nicht der Voreingenommenheit des in- und ausländischen Geldmarktes gegen bedeutende Kapitalsinvestitionen in Österreich neue Nahrung zugeführt wird. Um den Schein einer Vergewaltigung zu vermeiden, sind im allgemeinen bei Zuteilung neuer kleiner Versorgungsgebiete nur Rechte in einem Ausmaß und Umfange zu beanspruchen, wie sie die Unternehmung in ihrer bisherigen Übung den Gemeinden gewährt hat.

An einer Erscheinung ist allerdings nicht stillschweigend vorüberzugehen. Während sich bei Ortskraftwerken das Einlösungs- und Heimfallsrecht der Gemeinde auf die gesamte Anlage erstreckt, unterliegt ihm bei Überland- und Fernkraftanlagen nur das eigentliche Verteilungsnetz, das sind die Leitungen zur Abgabe des Niederspannungsstromes innerhalb des einzelnen Gemeindegebietes. Dagegen sind gewöhnlich das Kraftwerk, die Erzeugungsanlage und das Leitungsnetz für die Fortleitung des Stromes, die sogenannten Hoch- und Mittelspannungsleitungen, im unbeschränkten Eigentum der Unternehmung. An ihnen haftet kein Einlösungs- und Heimfallsrecht. Soll dieser Zustand aufrecht erhalten werden, wenn eine Zuteilung neuer Versorgungsgebiete erfolgt? Man darf diese Frage unbedenklich bejahen, wofern es sich nur um unwesentliche Erweiterungen des Versorgungsgebietes, um den Anschluß von Landstrichen mit verhältnismäßig geringem Elektrizitätsverbrauch handelt. Die bestehende Unternehmung wird in solchen Fällen wahrscheinlich vorziehen, auf den Zuwachs zu verzichten, ehe sie materielle Opfer, die unverhältnismäßig groß sind, auf sich nimmt. Eine solche Elektrizitätspolitik würde im Endergebnis nur den Verbrauchern empfindlichen Schaden bereiten. Auch muß man sich hüten, den inneren Wert des Einlösungs- und Heimfallsrechtes für die Allgemeinheit allzuhoch aufzubauschen. Auch die Hoch- und Mittelspannungsleitungen müssen infolge der zeitlichen Begrenzung der Wegebenutzungsbefugnis mit ihrem Ablauf weichen. Dieses Schicksal bleibt ihnen nicht erspart, selbst wenn sie vom Einlösungs- oder Heimfallsrecht nicht getroffen werden. Letzteres beschränkt oder beseitigt im wesentlichen doch nur die Verfügungsfreiheit über das Material. Sowohl die Unternehmung als die öffentliche Verwaltung dürfen sich auch darüber keiner Täuschung hingeben, daß alle diese Gegenstände mit der Zeit dem Los der Abnutzung, Entwertung, Veralterung verfallen. Nicht viel besser verhält es sich mit der maschinellen Anlage. Bleibenden Wert für die Sicherung einer künftigen staatlichen Elektrizitätsversorgung besitzen in beachtlicher Höhe nur die dauernden Energiequellen und die für ihre Ausnutzung unentbehrlichen Grundstücke. Hiebei ist zu berücksichtigen, daß die Ausnützung der Energiequellen zum allerwichtigsten Teile nur für beschränkte Zeit verliehen wird und daß nachher die öffentliche Verwaltung darüber frei verfügen kann. Dagegen ist die Unternehmung in der Verfügung über die Grundstücke, die sie für die Anlagen zur Leitung des Wassers usw. und für das eigentliche Kraftwerk erworben hat, nicht gebunden, denn das österreichische Wassergesetz kennt die Institutionen des Einlösungs- und Heimfallsrechtes nicht. Der Entwurf will auf dem Umwege des Elektrizitätswirtschaftsgesetzes dieses Ziel erreichen. Ob dies angesichts

Digitized by Google

des Widerstandes der Länder möglich sein wird, soll dahingestellt bleiben. Gleichgültig, welcher Wert auch immer den Grundstücken und Gebäuden, die für eine Wasserkraftanlage erworben wurden, innewohnt, so darf doch nicht darüber ein Zweifel obwalten, daß das Interesse der Staatsverwaltung an einer wohlfeilen Einlösung oder dem unentgeltlichen Heimfalle keinen zureichenden Grund bilden darf, um Wasserkraftanlagen strengeren Übergangsbestimmungen zu unterwerfen. Auch für sie muß darum der Grundsatz gelten, daß Erweiterungen oder Veränderungen innerhalb ihres vertraglich gesicherten Versorgungsgebietes ohne den Zwang zu einer neuen Konzession vorgenommen werden können. Wie für alle übrigen Unternehmungen wird auch für Wasserkraftunternehmungen die Erteilung von Leitungsrechten hinsichtlich privater Grundstücke und von Enteignungsrechten, sobald diese Rechte nur innerhalb des vertraglich gesicherten Versorgungsgebietes beansprucht werden, keine weiteren Folgen nach sich zu ziehen haben. Sowohl bei Wasserkraft- als bei Wärmekraftunternehmungen, die nach Inkrafttreten des neuen Gesetzes ihre Versorgungsgebiete nur in einem unwesentlichen Umfange erweitern, ist lediglich vorzusehen, daß für das zuwachsende Versorgungsgebiet Tarifhoheit, Einlösungs- und Heimfallsrecht ebenso wie für die vorher angeschlossenen Gemeinden zugestanden wird.

Zur Überlassung des Einlösungs- und Heimfallsrechtes an den Staat hinsichtlich der Anlagen für die Erzeugung und Fortleitung des Stromes, darf die Unternehmung nur dann im Verhandlungswege bestimmt werden, wenn sie aus freien Stücken eine wesentliche Erweiterung des Versorgungsgebietes anstrebt.

Was als wesentliche Erweiterung des Versorgungskreises anzusehen ist, wird nach Maßgabe des Gebietsumfanges, den sich die Unternehmung vor dem Inkrafttreten des neuen Gesetzes gesichert hat, zu beurteilen sein. Sollte die für den gesicherten Gebietsumfang gewidmete Leistung der Maschinenanlagen verdoppelt werden müssen, um die neue Erweiterung einzubeziehen, so wird dies als Anhaltspunkt für die Entscheidung dienen können, ob man die neue Erweiterung als wesentliche zu behandeln hat.

Gegen die Ausdehnung der §§ 14 und 38 auf alle bestehenden Unternehmungen im Punkt 3 ist zu erinnern, daß sich diese Vorschriften keineswegs auf sicherheitspolizeiliche Belange beschränken. Die Frage, ob die Betriebseinrichtungen zweckmäßig ausgeführt sind (§ 14, Punkt 1), fällt gewiß nicht in den Rahmen sicherheitspolizeilicher Prüfung. Und ebenso wenig kann die Einsicht in die Bücher und geschäftlichen Aufzeichnungen (§ 14, Punkt 2) aus diesem Titel beansprucht werden, es wäre denn, daß der Fortbetrieb einer bestehenden Unternehmung an und für sich schon den Verdacht einer strafbaren Handlung begründet. Die Unterstellung bestehender Unternehmungen unter die Punkte 3 und 4 des § 14 und unter § 38 ist eine offenkundige Verschlechterung ihrer Rechtsstellung, worüber kein weiteres Wort zu verlieren ist.

* * *

Wir wollen zum Schlusse über den Gesamteindruck berichten, den der Gesetzentwurf im ganzen bei den über die Verhältnisse der Elektrizitätswirtschaft Unterrichteten ausgelöst hat. Dies ist um so notwendiger, weil kritiklose Lobredner nicht fehlten, wie bei der leider weit verbreiteten Unkenntnis der Zustände in der Elektrizitätswirtschaft, bei ihren vielfachen Verschlingungen mit unseren eigenartigen rechtlichen und politischen Beziehungen nicht Wunder nehmen kann. Allerdings hat die sachliche Kritik zum überwiegenden Teile die Hauptrichtungen des Entwurfes mißbilligt. Alle Parteischattierungen sind einig, daß der Entwurf, wenn er ohne wesentliche Veränderungen Gesetz würde, einen vollständigen Umsturz der bisherigen geschichtlich gewordenen Zustände herbeiführen und unabsehbare Wirkungen zeitigen wird. Der hervorstechendste Mangel des Entwurfes ist darin zu suchen, daß der Staat die Lenkung aller Anlagen zur Elektrizitätsversorgung, ihrer Bau- und Betriebsführung an sich reißen will, ohne zwingende Gründe für die Notwendigkeit eines derart umfassenden Eingriffes aufgezeigt zu haben.

Darüber zu grübeln, warum gerade die Elektrizitätswirtschaft zum Gegenstande öffentlicher Bevormundung auserkoren ist, während andere Wirtschaftszweige, wie zum Beispiel die Bergbauwirtschaft, weitreichende Entwicklungsfreiheit genießen, erscheint uns müssig, denn die Tatsache, daß nun einmal Elektrizitätsunternehmungen in ihrem Bestande und in ihrer Geschäftsausübung Beschränkungen durch die öffentlichen Gewalten unterliegen, läßt sich nicht ungeschehen machen. Einen Anteil an der Elektrizitätswirtschaft zu Gunsten des Staates zu sichern, lag, nachdem dieser bisnun leer ausging, nahe. Die Fortbildung der Technik kam solchen Bestrebungen entgegen, indem bei Überlandanlagen und noch mehr bei Fernkraftanlagen die Erzeugungsstätte und die dazugehörigen Kraftgewinnungsanlagen sowie ein großer Teil des Fortleitungsnetzes dem Herrschaftsbereich jener Körperschaften, die der Unternehmung die Absatzgelegenheiten darbieten, entrückt würden. Tritt der Staat in diese Lücke ein, so muß ihm bei der wenn auch langsam wachsenden Übermacht der Großkraftwerke allmählich die Herrschaft über die Elektrizitätserzeugung im großen zufallen.

Daß sie jetzt und noch absehbare Zeit hindurch keinen erklecklichen Gewinn zu bieten vermag, wird man nicht aus den Augen verlieren dürfen, weder in der Elektrizitätspolitik, noch auch in der Steuerpolitik, die gegenwärtig begreiflicherweise nach Finanzquellen fahndet. In Erkenntnis der mangelnden Ertragsfähigkeit eines staatlichen Elektrizitätsmonopols nimmt auch der Entwurf von dessen sofortiger Einführung Abstand, will aber zur Beschleunigung dieses Entwicklungsganges die Schaffung aller Einrichtungen für die ihm vorschwebende zukünftige staatliche Bewirtschaftung der Elektrizität schon jetzt mit aller Macht, sozusagen auf fremde Rechnung und Gefahr, durchsetzen. Nachdem ähnliche Bestrebungen, die auf eine künftige Beherrschung der Elektrizitätswirtschaft abzielen, auf Seite der höheren Selbstverwaltungskörper, und vorzüglich der Länder, im Gange sind, war anzunehmen, daß für die Mitwirkung des Staates von vornherein gewisse Grenzen gezogen werden und daß unter Berücksichtigung dieser eine Verteilung der Arbeiten zwischen staatlicher Verwaltung und Selbstverwaltung stattfinden wird. Technik und Wirtschaft haben ohnehin einer solchen Sonderung der Interessenbereiche vorgebaut und sie ist gewissermaßen naturgemäß bereits in den meisten Staaten in die Erscheinung getreten. Danach würde die Elektrizitätsproduktion im großen in den Wirkungskreis des Staates, die gewerbsmäßige Stromabgabe in den Wirkungskreis der Selbstverwaltungskörper fallen. Wenn der Staat auf sein Untersagungsrecht bei Benutzung von Staatsstraßen und Bahngelände für Zwecke der Stromverteilung zu Gunsten der Länderverwaltungen und übrigen Selbstverwaltungskörper verzichtet, dann haben diese, abgesehen von anderen Erwägungen, keinen Grund auf ihr Verfügungsrecht über die autonomen Straßen zur Benutzung für die Fortleitung elektrischen Stroms zu pochen und können sich mit der Tätigkeit im Verteilungsgeschäfte zufrieden

Digitized by Google

geben. Daher kann die Lösung des Problems im Entwurfe, wonach die Staatsverwaltung allein und ausschließlich die Leitungsrechte für alle öffentlichen Straßen erteilt und damit die Herrschaft nicht nur über die Erzeugung, sondern auch den Vertrieb an sich zieht, nicht als geglückt bezeichnet werden, wenngleich die Kompetenz des Staates für die gesetzliche Regelung der Elektrizitätswirtschaft auch vom technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte nur zu billigen ist.

Lebhaft wurde jener Teil des Entwurfes angefochten, der den noch vorhandenen geringen Rest an Freiheit in der Elektrizitätswirtschaft zu verkümmern droht. Bekanntlich war der Arm der Elektrizitätsunternehmung, der den Verbrauchsstellen zugewendet ist, durch die Verpflichtungen gegen die Gemeinden, den Lieferungszwang, die Tarifhoheit usw. vom Anbeginn an in seiner Bewegungsfreiheit gehemmt, aber der Arm, der der Stromerzeugung dient, erfreute sich einer Ungebundenheit, wofern die Benutzung der in Betracht kommenden Wege gesichert war. Auch diese Freiheit will jedoch der Entwurf aufheben.

Der Staat beansprucht die Leitung der Elektrizitätswirtschaft, ohne zu offenbaren, welchen Kurs die Führung nehmen will. Der Erläuterungsbericht preist als Niederschlag der zukünftigen Elektrizitätspolitik einen Elektrizitätswirtschaftsplan, der der vorgeblichen bisherigen Planlosigkeit ein Ende bereiten soll. Dieser Plan ist jedoch noch nicht entworfen, er ist nur eine Verheißung und was bisher vorhanden ist, sind nur Vorarbeiten, die bei anderen Amtsstellen im Zuge sind. Was der Erläuterungsbericht als vorläufigen Ersatz bietet, kann auch bescheidenen Ansprüchen nicht genügen. Die Auslese aus einer zum Teile Werbezwecken dienenden Literatur, die ausführliche Mitteilung von zweifelsohne anfechtbaren Wirtschaftsrechnungen, welche, was besonders bemerkenswert ist, für unsere österreichischen Verhältnisse nicht in Betracht kommen, mögen für den Laien nicht ohne Reiz sein. Aber vom künftigen Wirtschaftsplan enthüllen sie gewiß nicht die allgemeinsten Umrißlinien und ebensowenig erfährt man die Überlegungen für seine Ausführbarkeit. Aus der Not wird schließlich eine Tugend gemacht und verkündigt, daß in dem planmäßig ausgearbeiteten System große, mittlere und kleine Kraftwerke und auch Eigenanlagen ihren Platz haben werden. Von der Um- und Neugestaltung (Seite 45) schwenkt somit der Motivenbericht zur Einsicht ab, daß sich die Entwicklung der nächsten Zukunft, für die das Gesetz doch bestimmt ist, in den gleichen Spuren bewegen wird, wie das gelästerte gegenwärtige System. Gebricht es aber an einem Plane im Sinne der täglichen Berufsausübung des Ingenieurs, an einem Entwurfe für etwas auszuführendes, so kann natürlich im Einzelfalle nicht geprüft werden, ob sich eine geplante Anlage in den großen Wirtschaftsplan einfügt. Folgerichtig mußten schon deshalb alle Hinweise des Entwurfes auf Planmäßigkeit entfallen, bis diese Vorbereitungsarbeit vollendet sein wird. Anzumerken ist, daß die deutschen Bundesstaaten, soweit sie sich mit der Elektrizitätswirtschaft befaßten, von Plänen im technischen Sinne ausgegangen und auf solchen Grundlagen an die Ausführung oder an den Erwerb von bestimmten Großkraftwerken geschritten sind, ohne jedoch im übrigen der Elektrizitätsindustrie Hemmschuhe anzulegen.

Nun ist nicht zu verkennen, daß Planlosigkeit und einheitliche planvolle Leitung auch in anderer Bedeutung verstanden werden können, und zwar im Sinne der sozialistischen Vorstellungswelt. Sie verwirft bekanntlich die gegenwärtige Wirtschaftsordnung, weil ihr der Makel anarchischer Planlosigkeit in der Gütererzeugung anhaftet, sie will planvolle einheitliche Leitung an deren Stelle setzen. Im Erläuterungsbericht schwingt eine solche Auffassung gewiß mit. Es genügt in dieser Hinsicht auf das abfällige Urteil über die Lage unserer Elektrizitätswirtschaft hinzuweisen. An der Elektrizitätswirtschaft ist jedoch das nach der sozialistischen Kritik auffallendste Gebrechen unserer wirtschaftlichen Verfassung, die Inkongruenz zwischen Erzeugung und Bedarf, nicht wahrzunehmen, denn sie vermag dank der technischen Erkenntnis jeden Elektrizitätsbedarf durch Erzeugung in der Eigenanlage oder durch Bezug aus dem öffentlichen Elektrizitätswerke zu befriedigen. Aber der Todsünde unseres Wirtschaftssystems, dem Gesetze der Wirtschaftlichkeit, dem Streben nach Ertrag und zumindest nach Kostendeckung, ist sie allerdings untertan. Wer unsere österreichischen Verhältnisse kennt, weiß, daß sich die günstigsten Absatzgebiete längst in den Händen der öffentlichen Körperschaften befinden und daß die Privatunternehmungen in ihren Ansprüchen auf Rentabilität bei Wahl der Absatzgebiete nicht verwöhnt sind. Bei Erfassung der gesamtwirtschaftlichen Vorteile brauchten öffentliche Körperschaften dem ertragswirtschaftlichen Gesichtspunkt nicht den Vorrang einzuräumen, dennoch haben auch sie Aufwendungen im ausgedehnten Maßstabe bisher nur bei gegründeter Aussicht auf Kostendeckung vorgenommen. Vom Staate, gleichwie von den Ländern, kann man bei der gegenwärtigen Finanzlage kaum erwarten, daß sie sich unter Verzicht auf Überschüsse mit bedeutenden Mitteln an der Elektrizitätswirtschaft beteiligen. Die Elektrizitätswirtschaft der nächsten Zukunft wird darum im Zeichen der Wirtschaftlichkeit stehen müssen und dieses Merkmals wird auch der zu schaffende großzügige Plan nicht entraten können. Wie der Erläuterungsbericht hervorhebt, wird der Plan auch sachlich richtig anzulegen und deshalb zweckmäßig vor seiner Wirksamkeit durch das Filter der öffentlichen Erörterung zu schicken sein. Wird die staatliche Leitung durch einen Wirtschaftsplan verankert, so kann die Durchführung des Programmes durch Heranziehung delegierter Unternehmungen stattfinden. Realistische Praktiker werden sich der Schwierigkeiten und Gefahren eines solchen Zukunftsplanes dennoch bewußt bleiben. Aber der Entwurf ist von dem Glauben an den Beruf der Staatsverwaltung zur Führung der Elektrizitätswirtschaft so sehr erfüllt, daß er den Anbruch eines goldenen Zeitalters kommen sieht, auch ehe der große Wurf des Wirtschaftsplanes gelungen ist, wenn man der Staatsverwaltung die Leitung der Elektrizitätswirtschaft überträgt. Es gewinnt fast den Anschein, als ob die freie Unternehmertätigkeit gegen die Vorteile, die sich aus der Vergrößerung und Zusammenfassung der Betriebe ergeben können, blind wäre. Rationelle Elektrizitätswirtschaft wird gewiß durch staatliche Hilfe und Förderung erleichtert und spottet der Kronlandsgrenzen. Aber eines staatlichen Zwanges, der bis zur Aufhebung jeder Bewegungsfreiheit, bis zur Entmündigung reicht, bedarf sie gewiß nicht. Er kann nur Stillstand und Hemmung bringen. Auch ohne äußeren Antrieb ist in der Elektrotechnik wie in wenigen anderen Wissens- und Wirtschaftszweigen unablässiges Bemühen am Werke, den Wirkungsgrad ihrer Maschinen, die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen zu verbessern. Diesen Erkenntnissen hat sich auch die Elektrizitätswirtschaft Österreichs nicht verschlossen und ihre Erfolge sind um so höher anzuschlagen, als sie von der Ausbeutung der staatlichen Energiequellen, der Großwasserkräfte, jahrelang geradezu systematisch ferngehalten wurde, als ihr die öffentlichen Gewalten jede Unterstützung, wie zum Beispiel das Durchzugsrecht, vorenthielten. Muß nicht der Erläuterungsbericht bei Erörterung der Aussichten

Digitized by Google

eines staatlichen Elektrizitätsmonopols unumwunden zugeben, daß die räumlichen, nationalen und wirtschaftlichen Verhältnisse außergewöhnliche Erschwerungen mit sich bringen? Von ihnen vermag staatlicher Zwang nicht zu erlösen. Auch hilft er nicht über die Tatsache hinweg, daß es in technischen und wirtschaftlichen Fragen keine absolut richtigen Lösungen gibt, daß diese vielmehr nur bedingten Charakter haben, den sachlichen, zeitlichen, räumlichen Umständen des Einzelfalles angepaßt werden müssen. Wer sich an einige oft auftauchende Fragen, etwa wie hoch der künftige Bedarf anwachsen wird, welche Betriebsgröße am vorteilhaftesten ist, ob weitere Konzentration Ökonomisierung bedeutet, bei welchem Grenzwerte die Verbilligung der Erzeugung durch die Erhöhung der Transportverluste und -kosten aufgewogen wird, ob Anschluß vorteilhaft ist usw. erinnert, wird zugestehen müssen, daß, wo solche verwickelte Überlegungen technischer und kaufmännischer Zweckmäßigkeit mitspielen, eine bürokratische Entscheidung nicht am Platze ist. Auch wer einer Erweiterung der Staatstätigkeit grundsätzlich nicht abhold ist, die geistigen und sittlichen Werte des Staatsbeamtentums hochhält, wird Bedenken gegen seine Betrauung mit Aufgaben, die langjährige Erfahrung, Schulung, Fühlung mit dem praktischen Leben und kaufmännische Anpassungsfähigkeit erheischen, nicht verhehlen. Wenn ein konkreter Plan und Bürgschaften für seine baldige Verwirklichung vorhanden sind, können vorbeugende Eingriffe zeitgemäß sein. Sonst ist es wegen der unaufschiebbaren Notwendigkeit, unsere Schaffenskraft und Güterversorgung durch Verbesserung der Produktionswerkzeuge zu erhöhen, nicht ratsam und vielleicht verhängnisvoll, die Elektrizitätsproduktion durch Einschaltung von Widerständen zu unterbinden. Kleine Anlagen zu ächten, geht gewiß zu weit, denn sie sind die geeignetsten Wegbereiter für die zukünftige Großerzeugung und erfüllen bis zu ihrer Aufsaugung eine erzieherische und volkswirtschaftlich nützliche Tätigkeit. Was man als Vorzüge der einheitlichen Leitung sonst preist, sind im wesentlichen nur die natürlichen Folgen der Großerzeugung. Der Entwurf beabsichtigt, ihre Ausbreitung zu fördern und dieses Beginnen ist gewiß mit Freude zu begrüßen. Daß die hiefür vorgesehenen Maßnahmen unzulänglich sind und nicht über die dürftigsten Ansätze hinauskommen, wird jede unbefangene Prüfung bejahen müssen. Wir haben geflissentlich die Bestimmungen fremder Staaten vorgeführt und dargetan, wie der Entwurf durch Häufung und Strenge der Lasten und Gebundenheiten abschreckend und abstoßend auf das private Kapital wirken muß, dessen Indienstnahme eine großzügige Elektrizitätswirtschaft zur Zeit gewiß nicht entbehren kann. Mit der Erweiterung des Rechtskreises der Elektrizitätsunternehmungen, auf die der Erläuterungsbericht besonderes Gewicht legt, ist die Stellung unter strenge Aufsicht, die Androhung von schweren Strafen, Konzessionsverlust und Vermögensverwirkung nicht in Einklang zu bringen. Ebenso wenig wird man aus der Regelung der Tarifhoheit, der Gewinnbeteiligung usw. eine Kräftigung der ökonomischen Basis folgern können. Nachdem Fernkraftanlagen durch die Leitungsführung vielfach gezwungen sind, passive Versorgungsgebiete mitzuschleppen, muß sie das Gesetz gegen einen vermehrten Zuwachs unproduktiver Kostenelemente schützen. Besonders wird man auf der Hut sein müssen, den Elektrizitätsunternehmungen Aufwendungen und Leistungen anzusinnen, die nicht der Bedachtnahme auf die Interessen der Gegenwart und des nächsten Jahrzehntes, sondern der Vorsorge für eine ferne Zukunft entspringen. Allzuleicht könnte sich der Argwohn einnisten, daß die Leitung der Elektrizitätswirtschaft vorzüglich von den vermeintlichen Bedürfnissen eines zukünftigen Monopols bestimmt wird und daß ihm zuliebe den lebenden Generationen, die ohnehin Entbehrungen und Opfer aller Art zu tragen haben, auch in der Elektrizitätswirtschaft außerordentliche Lasten zugewälzt werden.

Die vorangehenden Bemerkungen zum Entwurfe wollen nicht seinen Inhalt allseitig beleuchten. Nur was den in der Elektrizitätswirtschaft und Starkstromtechnik Tätigen hauptsächlich berührt, was nach der in diesen Kreisen vorwaltenden Auffassung für den Aufschwung der österreichischen Elektrizitätswirtschaft zu wünschen und zu meiden wäre, ist angedeutet worden. Dabei durften die drängenden Notrufe der Jetztzeit, das höhere Recht der Volkswirtschaft, nicht überhört werden. Jede Erörterung der zu fordernden Umgestaltung des Entwurfes will zu seiner Gesetzwerdung beitragen. Wir gehorchen nur der Wahrheit, indem wir die klare Gliederung des Stoffes und das rege Verständnis für die wirtschaftliche Bedeutung des elektrotechnischen Arbeitsverfahrens rühmend hervorheben. Die gesetzgebenden Körperschaften des Reiches werden, wie wir zuversichtlich hoffen, die sich darbietende Gelegenheit nicht versäumen, um der Förderung und Pflege der österreichischen Elektrizitätswirtschaft die gebührende Beachtung angedeihen zu lassen. Der Entwurf kann hiefür einen brauchbaren Untergrund bilden, wenn die allerdings einschneidenden Änderungen vollzogen werden, die wir in unserer Besprechung skizzierten. Gleichwie der Bergbauwirtschaft das Enteignungsrecht ohne staatliche Vorrechte, die auf eine wirtschaftliche Belastung der Unternehmung und des Abnehmers hinauslaufen, erteilt wurde, ist auch der Elektrizitätsunternehmung das Leitungsrecht bezüglich fremder Grundstücke, das Enteignungsrecht und das Durchzugsrecht ohne drückende Vorbehalte zu gewähren. Dem Einzelnen leistet sie ohnehin durch die Entschädigung, der Gesellschaft durch den Lieferungszwang ihren Zoll, und erfüllt damit gemeinwirtschaftliche Funktionen von hervorragender Nützlichkeit. Was für die Lokalbahnwirtschaft recht und billig ist, die Einräumung von Steuer- und Gebührenbefreiungen, darf auch der Elektrizitätsunternehmung nicht versagt werden, solange sie sich im Wachstum befindet und die Tragfähigkeit nicht erreicht hat. Hilfe und Pflege müssen großzügig unternommen werden und dürfen nicht an leeren Versprechungen oder rudimentären Ansätzen ihr Genüge finden. Und ebensowenig ist es ratsam, die Förderungsmittel der Elektrizitätswirtschaft durch ein System polizeilicher Maßnahmen überschatten zu lassen. Was der österreichischen Elektrizitätswirtschaft gegenwärtig nottut, ist eine Beseitigung jener Schranken, die die Bewegungsfreiheit der Elektrizitätsunternehmungen, die Vermehrung der Elektrizitätsproduktion bisher einengten, und keineswegs Leitung, Unterweisung, Belehrung oder ein Mehr an Bevormundung und Organisation, mögen diese Tendenzen die Form des Zwanges oder der Prüfung nach freiem Ermessen annehmen. Wir haben versucht, aus dem Entwurf die Bestimmungen zu entfernen, die in dieser unseres Erachtens unzeitgemäßen und volkswirtschaftlich bedenklichen Geistesrichtung wurzeln, und geben dem Wunsche Ausdruck, daß das aus den Verhandlungen der parlamentarischen Vertretungskörper hervorgehende Gesetzeswerk der jungen triebkräftigen Elektrizitätsindustrie zum Segen gereichen möge.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien.
Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
7. Juli 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 27.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Einphasenlokomotiven der schweizerischen Bundesbahnen und neue Lokomotiven der Maschinenfabrik Oerlikon. Von Prof. Hugo Studer. 305
Elektrizitätswirtschaft in Großbritannien. . 308
Rundschau. 308
Chronik 310
Literatur-Bericht. 311
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 312
Personalnachricht 312

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Einphasenlokomotiven der schweizerischen Bundesbahnen und neue Lokomotiven der Maschinenfabrik Oerlikon.

Von Prof. **Hugo Studer**, Zürich.

Die Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen hat bei den drei schweizerischen Lokomotivtraktionsfirmen im Mai 1917 vier Probelokomotiven für die Gotthardbahn-Elektrifizierung in Auftrag gegeben, welche sich zur Zeit im Bau befinden und in wenigen Monaten zur Ablieferung gelangen. Es war seinerzeit beabsichtigt, diese Lokomotiven vorerst auf der Strecke Scherzligen-Brig (84 km) der Berner Landesbahnen zu erproben und in den dortigen Dienst zu geben. Unterdessen ist die Elektrifizierung der Anschlußstrecke Scherzligen-Bern (32 km) beschlossen und begonnen worden, so daß diese Lokomotiven alsdann auf einer 116 km langen Strecke zusammen mit den 14 Lötschberglokomotiven die elektrische Traktion zu besorgen haben werden. Unterdessen hat die Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen sich entschlossen, den drei genannten Firmen weitere 20 Lokomotiven in Auftrag zu geben, welche in der zweiten Hälfte von 1919 zur Ablieferung zu gelangen haben und als erster Lokomotivpark für den Dienst am Gotthard bestimmt sind*).

Daneben sollen in den nächsten Monaten Versuche mit Einzelantrieben durchgeführt werden**). Es dürfte nun von Interesse sein, einige nähere orientierende Angaben über die eingangs genannten Probelokomotiven, wie diejenigen des Gotthardbahnparkes, zu geben, ohne dabei heute schon auf die Details der Konstruktion einzutreten.

Die leitenden Organe der schweizerischen Bundesbahnen haben vorläufig für den Gotthard drei Lokomotivtypen in Aussicht genommen. Eine kleinere Schnellzugstype, eine größere Schnellzugstype und eine Güterzugstype, wobei unter bestimmten Bedingungen die eine Type für die andere soll einspringen können. Die gestellten Leistungsbedingungen sind folgende:

a) Für die Schnellzugslokomotiven in 24 h bei 15 min Mindestumschlagszeit an den Endpunkten, drei Hin- und Herfahrten Luzern-Chiasso mit 430 t Anhängegewicht, unter Vorspann einer Schnellzugslokomotive der kleineren Type auf den Rampen von über 21‰ Steigung. Für die Fahrt Chiasso-Bellinzona ohne Vorspann darf das Anhängegewicht auf 350 t reduziert werden. Die Rampen von 26‰ Steigung sollen mit 215 t mit der kleinen bezw. 300 t Anhängegewicht mit der großen Lokomotivtype bei 50 km/h Geschwindigkeit befahren werden können. Maximale Fahrgeschwindigkeit 75 km/h.

b) Für die Güterzugslokomotive sind in 24 h zwei Hin- und Herfahrten Goldau-Chiasso mit 860 t Anhängegewicht bei Schub durch eine zweite Güterzugslokomotive auf den Rampen von über 21‰ Steigung verlangt. Für die Fahrt Chiasso-Bellinzona mit einer dieser Lokomotiven wird das Anhängegewicht auf 625 t reduziert. Auf den Rampen von 26‰ sollen 430 t Last mit 35 km/h befördert werden. Maximale Fahrgeschwindigkeit 65 km/h.

Die Lokomotiven müssen Geleisekurven von 160 m und Weichenkurven von 114 m Radius befahren.

Die zulässigen Drücke wurden für die Laufachsen zu minimal 12 t und maximal 16 t und für die Triebachsen zu 18 t festgesetzt. Bei der Güterzugslokomotive wurden für die beiden Mittelachsen 19 t, bei 2 m Abstand voneinander, zulässig erklärt, wenn die Achsdrücke der beiden Endachsen entsprechend nur je 17 t betragen. Das Laufmetergewicht sollte 7 t nicht überschreiten. Die Lokomotiven müssen auf der Talfahrt wenigstens ihr eigenes Gewicht selbst abbremsen.

Die auf Grund dieser Bedingungen und Beratungen bestellten und im Bau befindlichen vier Probelokomotiven seien durch Skizzen und einige Angaben kurz erläutert.

1. Kleine Schnellzugslokomotive 1 C 1 geliefert von der Maschinenfabrik Oerlikon für den elektrischen Teil und von der Lokomotivfabrik Winterthur Sté. pour la Construction de Locomotives et de Machines für den mechanischen Teil.

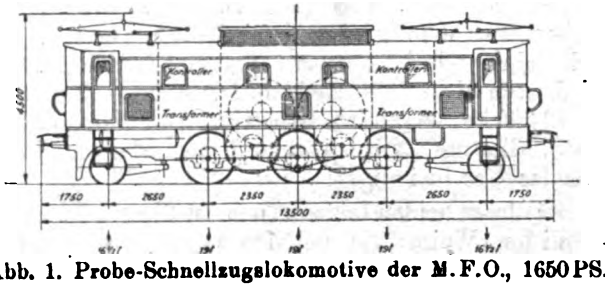


Abb. 1. Probe-Schnellzugslokomotive der M.F.O., 1650 PS.

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, handelt es sich um eine Lokomotive von 13·5 m Totallänge in symmetrischem Aufbau von ganz analoger Anordnung wie diejenige der großen Lötschberglokomotiven, jedoch statt wie dort fünf Kuppelachsen, mit nur deren drei. Die zwei Motoren sind patentierte Oerlikoner kompensierte Einphasenserienmotoren, 12polig, von je 825 PS (am Rad), mit phasenverschobenen Hilfsfeldern. Dieselben sind, im Lokomotivmittel untereinander verbunden, auf dem Rahmen gelagert und übertragen durch beidseitig angeordnete, gefederte Zahnräder (1 : 2·84) die Kraft auf die zugehörigen zwei Blindwellen, die vermittelst Kurbeldreieck mit Schlitz und Kuppelstangen die Übertragung auf die fünf Triebachsen in ganz gleicher Weise vollziehen wie bei den großen Lötschberglokomotiven. Über den Motoren sind die elektropneumatisch betätigten Fahrwender, der Deckenventilator und die Bremsapparatur angeordnet. Beidseitig an die Triebmotoren schließen sich die Trockentransformatoren mit auf-

*) E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 181.
**) E. u. M. 1918, Heft 19, Seite 222.

Digitized by Google

gebauten Stufenkontrollern und die Hauptschalter, Kompressoren usw. an. Die beiden Führerstände befinden sich direkt an den Stirnwänden. Die Normal-Zugkraft beträgt 8900 kg, die maximale 13 500 kg, die Stundenleistung 1650 PS, alles am Rad. Normale Geschwindigkeit 50 km/h, maximale 75 km/h. Das Totalgewicht wird, einschließlich elektrischer Bremseinrichtung, rund 90 t betragen.

2. Große Schnellzugslokomotive 1 B + B 1 geliefert von der Maschinenfabrik Oerlikon für den elektrischen Teil und von der Lokomotivfabrik Winthertur für den mechanischen Teil. Abb. 2 gibt die allgemeine

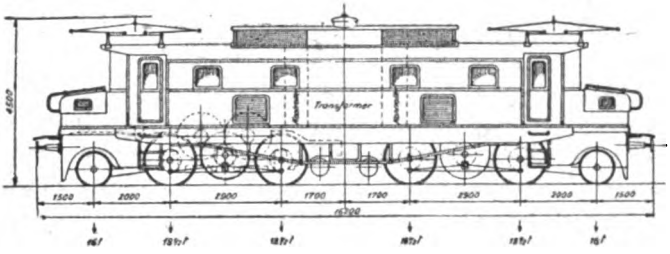


Abb. 2. Probe-Schnellzugslokomotive der M. F. O., 2250 PS.

Anordnung dieser 106 t schweren Drehgestellokomotive von 16·2 m Länge. Je zwei Motoren von je 560 PS (am Rad), 10polig, im übrigen analoger Konstruktion wie bei der 1 C 1-Lokomotive, miteinander verbunden, sind zwischen die zwei Triebachsen eines jeden Drehgestelles, relativ tief gelagert, eingebaut und übertragen vermittelst beidseitiger gemeinsamer und gefederter Zahnräder über eine Blindwelle und Schlitzstange die Triebkraft auf die Triebräder. In dem auf den Drehgestellen ruhenden und auf die ganze Länge reichenden Wagenkasten, ist in der Mitte der Öltransformator mit den zugehörigen Stufenschaltern und dem Deckenventilator aufgestellt, während die Hilfsaggregate, Kompressor und Umformer in den niederen Vorkasten der Lokomotivstirnen untergebracht sind.

Die Führerstände sind also etwas von der Lokomotivstirne zurückgesetzt. Elektrisch ist durch den einzelnen Transformator eine große Vereinfachung erzielt, dafür aber ist eine relativ schwere Tragkonstruktion für den Wagenkasten nicht zu vermeiden. Die Normal-Zugkraft beträgt 12 000 kg, maximal 18 000 kg. Die Normalleistung 2250 PS, alles am Rad, bei 50 km/h normaler und 75 km/h maximaler Geschwindigkeit.

Bei diesen beiden Lokomotiven ist die Steuerung in ähnlicher Weise wie bei den Lötschberglokomotiven durchgebildet, jedoch ist die Betätigung der Stufenschalter der 1 C 1-Lokomotive elektropneumatisch vorgesehen und es ist die Zahl der Schaltstufen auf 23 vermehrt worden, so daß ein günstiges Anfahren und feineres Einstellen in den normalen Fahrstellungen möglich ist. Durch Verwendung der zwangläufigen Wechselschaltung der zwei Stufenkontroller bei Zuschalten und Synchronschaltung beim Abschalten ist einerseits eine Vermehrung der Transformatoranzapfungen vermieden und andererseits die rasche Abschaltbarkeit erreicht. Die beiden Lokomotiven erhalten eine Ausrüstung zur Kupplung ihrer Steuerung, so daß also mit sogenannter Vielfachsteuerung beide Lokomotiven (zum Beispiel am Berg) durch einen Führer gesteuert werden können.

3. Große Schnellzugslokomotive 1 B + B 1 geliefert von der A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden und der Lokomotivfabrik Winterthur. Dieselbe hat die gleichen Bedingungen und Leistungen zu erfüllen und ist in der allgemeinen Anordnung ähnlich der vorgenannten Lokomotive. Die Führerstände / befinden sich jedoch im Gegensatz zu Abb. 2 an den Lokomotivstirnen.

4. Güterzugslokomotive C + C geliefert von der A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden und der Lokomotivfabrik Winterthur. Wie die generelle Skizze Abb. 3

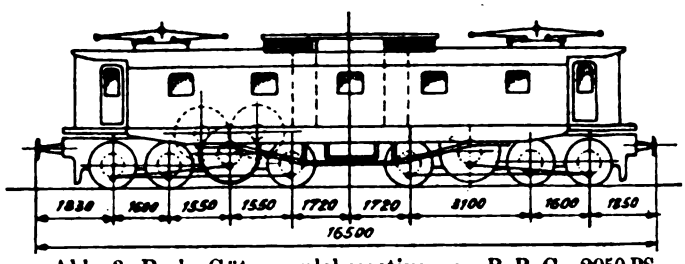


Abb. 3. Probe-Güterzugslokomotive von B. B. C., 2050 PS.

zeigt, ist diese 16·5 m lange Lokomotive eine dreiachsige Drehgestellokomotive, in jedem Drehgestell ist ein Motorpaar zwischen der zweiten und dritten Achse gelagert, das mit gemeinsamen beidseitigen und gefederten Zahnrädern und Blindwelle vermittelst Schubstange die Triebkraft auf das Gestänge überträgt. Die Antriebsanordnung ist also eine der ersten Lötschbergbahnlokomotive analoge, wobei allerdings an Stelle eines Motors ein Motorpaar getreten ist, und die Drehgestelle unter sich vertauscht sind. Die Zugkraft dieser Lokomotive beträgt 16 000 kg, maximal 24 000 kg und die Leistung 2050 PS, alles am Rad. Die Geschwindigkeit ist 35 km/h normal und 65 km/h maximal. Das Gewicht dürfte 112 t betragen, was die schweizerischen Bundesbahnen bestimmte, die späteren Lokomotiven dieser Art mit hinzugefügten Laufachsen in Aussicht zu nehmen.

Für die schon erwähnte erste Gruppe der Lokomotiven für die Gotthardlinie hat die Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen nun die Lieferung von zehn großen Schnellzugslokomotiven nach Type Abb. 3 der A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden und der Lokomotivfabrik Winterthur, sowie zehn Güterzugslokomotiven nach einer neuen Type, entsprechend Abb. 4, an die Maschinenfabrik Oerlikon und die Lokomotivfabrik Winterthur vergeben.

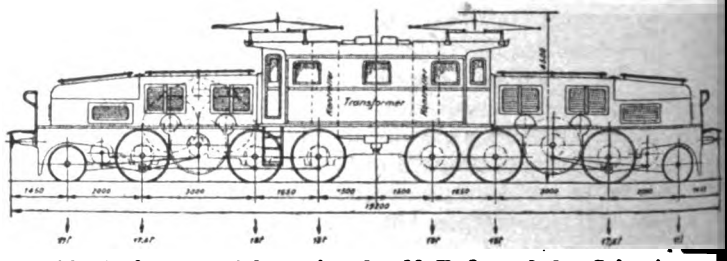


Abb. 4. Güterzugslokomotive der M. F. O. und der Schweiz. Lokomotivfabrik für die Gotthardbahn, 2100 PS.

Über die Entstehung dieser neuen M. F. O.-Lokomotivtype, die sich selbstredend für den Bau von Schnellzugs- wie Güterzugslokomotiven vorsehen läßt, mögen einige Angaben am Platze sein.

Beim Projektieren elektrischer Lokomotiven kann man — wie dies bei den Lötschberglokomotiven geschehen — eine vollständig doppelte Anordnung wählen. Dieselbe bietet die Möglichkeit, auch mit der halben Garnitur, zum Beispiel bei Defekten, ein Stillegen zu vermeiden, ja, wenn nötig, einen beschränkten Dienst damit weiter besorgen zu können. Diese Lösung ergibt eine relativ lange Lokomotive und große Radstände sowie auch eine relativ schwere und teuere Maschine. Sie war zum Beispiel beim Lötschberg berechtigt, wo es sich um einen ersten Bau größeren Umfangs handelt.

Digitized by Google

Nachdem nun aber zum Beispiel am Lötschberg schon seit langem Defekte am Rollmaterial eine große Seltenheit geworden sind, darf wohl heute auf die Verdoppelung der Ausrüstung verzichtet werden. Will man nun aber mit nur einem Transformator auskommen, so bleibt in den meisten Fällen nichts anderes übrig, als denselben in der Mitte anzubringen und die Lokomotive als Drehgestellokomotive auszubilden. Dies bedingt nun einen schweren Lokomotivkasten, da das Hauptgewicht in der Mitte desselben ruht, mit den damit verbundenen Nachteilen.

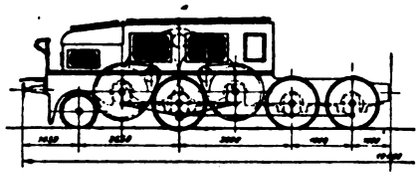


Abb. 5. Drehgestell mit Kurbeldreieck-Antrieb.

Die Studien der Maschinenfabrik Oerlikon haben nun dazu geführt, eine Lokomotivtype zu schaffen, bei welcher die zwei Drehgestelle direkt miteinander gekuppelt werden; die äußeren zwei Drittel eines jeden Drehgestelles enthalten die Triebmotoren und weitere Aggregate, diese Teile sind im allgemeinen nur mit niederen Hauben abgedeckt, was ohne weiteres zulässig ist. Auf die Überwachung auch der großen Triebmotoren während der Fahrt darf heute verzichtet werden, zeigen doch zum Beispiel die Kollektoren der Lötschbergmotoren gegenüber Gleichstrommotoren ein mehr als ebenbürtiges Verhalten.

Beidseitig der Hauben sind Laufstege vorhanden, welche dem Dienstpersonal den Übertritt von und zu den Lokomotiven ermöglichen.

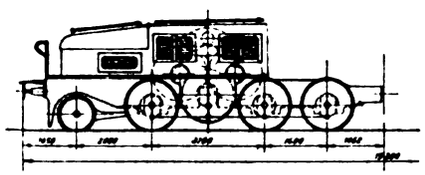


Abb. 6. Drehgestell mit Vertikalstangen-Antrieb.

Der eigentliche Lokomotivkasten ist sehr verkürzt und hat nur noch eine Länge von rund einem Drittel der ganzen Lokomotivlänge und es kann daher seine Armierung durch ein Sprengwerk fallen gelassen werden. Vermittelst der an seinen Enden befindlichen Drehzapfen ruht derselbe auf dem inneren freien Drittel der beiden Drehgestelle und trägt in seiner Mitte den Transformator und den Hauptschalter. Direkt beidseitig an den Transformator schließen sich die Stufenschalter (für je zwölf Stufen) an, so daß die Verbindungen mit den Transformatoranzapfungen äußerst kurze werden. An den Stirnen bezw. Enden des Kastens befinden sich die Führerstände, auf deren Dach die Stromabnehmer angebracht sind. Der Transformator- sowie der Hauptschalterdeckel bilden zugleich einen Teil des Lokomotivkastendaches, so daß die Hochspannungsleitungsführungen vereinfacht und unnötige Dachdurchführungen und im Lokomotivinnern ein eigentlicher Hochspannungsraum vermieden werden können. Da die Drehzapfen relativ nahe beieinander liegen, so kann der Kasten der kleinen Ausschläge wegen relativ breit gehalten werden, was für die Bedienung von Vorteil ist. Die Drehzapfen sind leicht zugänglich und in deren Nähe können die nur wenigen flexiblen Kabel zu den Motoren günstig auf die Drehgestelle übergeführt werden.

Diese Anordnung hat weiter für den Betrieb den großen Vorteil, daß der Führer sich nicht an der Stirne des Fahrzeuges befindet, sondern daß ihm, ohne die Übersichtlichkeit zu hindern, Massen vorgelagert sind, wodurch ihm ein Sicherheitsgefühl gegeben ist, das ihn dazu bestimmen wird, auch in Gefahr momentan auf seinem Posten auszuharren und die Hilfsmittel zur Sicherung seines Zuges voll anzuwenden.

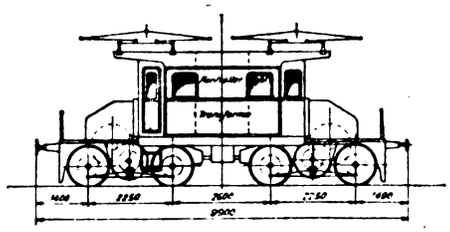


Abb. 7. Rangierlokomotive der M. F. O., 660 PS.

Der Führer befindet sich auch so nahe beim Schaltapparat, daß, wenn auf Vielfachsteuerung aus anderen Gründen verzichtet werden will, eine einfache mechanische Betätigung dieser Antriebe stattfinden kann.

Für die Depots und Werkstätten hat diese Anordnung den großen Vorteil des rascheren Ein- und Ausbaues von Motoren und Apparaten und des relativ kürzeren und leichteren Wagenkastens. Die Hubhöhe für die Aus- und Einbauten können kleinere sein und es wird daher vielerorts mit bestehenden Anlagen auszukommen sein. Auch die Reservehaltung für diese dreiteiligen Lokomotiven ist vereinfacht. Das Gewicht dieser Anordnung ist kleiner, so daß es möglich ist, ein vermehrtes Gewicht in den mechanischen

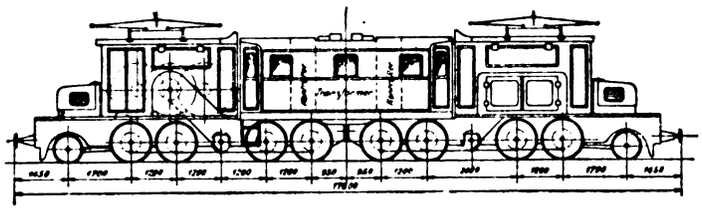


Abb. 8. Projekt einer Schmalspurbahn-Lokomotive (M. F. O.) mit dreiteiligem Kasten. — 1 : 150.

Teil und in das Triebwerk im besonderen zu legen, wie dies nun auch bei den vorliegenden zehn Lokomotiven geschehen ist.

Wenn aus Konstruktionsgründen eine Lagerung der Motorenblindwelle auf Triebwellenhöhe nicht möglich ist, so sind doch verschiedene Antriebslösungen möglich, so entsprechend der ersten Lötschberglokomotive und der C + C-Probelokomotive (Abb. 3) mit Schrägstange als der leichtesten Konstruktion, oder vermittelst Kurbeldreieck entsprechend den großen Lötschberglokomotiven (Abb. 5). Weiter gibt Abb. 6 eine Lösung mit Vertikalstangenantrieb wieder. Der schließlich nach Vorschlag der Lokomotivfabrik Winterthur gewählte Schrägstangenantrieb mit Hilfswelle ist in Abb. 4 dargestellt und dürfte eine einwandfreie Konstruktion ergeben.

Die Zahnradübersetzung dieser zehn Lokomotiven ist mit 1 : 4 festgesetzt worden. Die Normalleistung der vier Motoren, am Rad gemessen, beträgt 2100 PS. Das Gewicht der elektrischen Teile 58 t und dasjenige des mechanischen Teiles von 71 t ergeben 129 t Totalgewicht und 107 t Adhäsionsgewicht. Bei der Totallänge von 19·2 m ergibt sich ein Gewicht von 6·72 t auf den laufenden m.

Digitized by Google

Zum Schluß sei noch in Abb. 7 eine Type kleinerer Leistung mit zum Beispiel 660 PS und 6 t (maximal 9 t) Zugkraft und 30 (maximal 45) km/h erwähnt, welche zeigen soll, daß dieses System auch mit Vorteil für leichten Verkehr auf Nebenlinien, Vorortsverkehr und für Rangierdienst Verwendung finden kann.

Die dreiteilige Kastenkonstruktion kann, wie Abb. 8 zeigt, auch ohne weiteres für die Schmalspur verwendet werden, so zum Beispiel für die Rhätische Bahn*); sogar unter Beibehaltung ihrer Konstruktionsteile: Motoren, Triebwerk usw. läßt sich eine Verdoppelung ihrer 600- und 800 PS-Lokomotiven erreichen. Hier ist es der Schmalspur- bezw. Platzverhältnisse wegen allerdings nötig, die Motorhauben auf Dachhöhe hinauf zu führen, was aber trotzdem dem Führer einen besseren Ausblick gewährleistet als beim Dampfbetrieb.

Elektrizitätswirtschaft in Großbritannien.

Über die Pläne zur Elektrizitätsversorgung von Großbritannien, insbesonders über die Berichte des Electrical Trades Committee und des Coal Conservation Sub-Committee des Ministeriums für die Übergangswirtschaft ist bereits berichtet worden**). Ende Mai ist der Bericht des vom Handelsministerium eingesetzten Electric Power Supply Committee erschienen, durch den die Vorarbeiten einen gewissen Abschluß erreichen. Dieser unter dem Vorsitz des Unterhausmitgliedes Sir A. Williamson tagende Ausschuß hat seine Arbeiten mit der Formulierung einiger allgemeiner Leitsätze begonnen. Diese beziehen sich auf die Bedeutung der Stromversorgung für die Minderung der Gestehungskosten und damit für die Erholungsfähigkeit der Industrie nach dem Kriege, sowie auf die Notwendigkeit der planmäßigen Stromerzeugung in Großkraftwerken. Alsdann wurde eine Enquête veranstaltet, viele Vertreter der Elektrizitätsunternehmungen und der stromverbrauchenden Industrien befragt. Das Ergebnis der Umfrage ist in einer Reihe von Anträgen zusammengefaßt. Deren Vergleich mit dem österreichischen Elektrizitätsgesetzentwurf ist lehrreich, es soll daher im folgenden auszugsweise über sie berichtet werden.

Es wird vorgeschlagen, eine neue Zentralstelle: die Elektrizitätskommission zu schaffen. Diese soll aus fünf Fachleuten ersten Ranges (Ingenieure und Geschäftsleute) bestehen, die vom Handelsminister ernannt werden. Drei von diesen sollen sich ausschließlich der Kommissionstätigkeit widmen und Jahresgehälter von mindestens 3000 Pfund beziehen. Das neue Amt übernimmt alle, das Elektrizitätswesen betreffende Rechte und Pflichten des Handelsministeriums und des Ministeriums des Innern. Es soll sich nicht auf die Ausarbeitung von Gesetzen und Vorschriften und auf die Erörterung jener Fragen beschränken, die ihm vorgelegt werden, sondern soll weitgehende Vollmachten erhalten, die es ihm ermöglichen, überall regelnd und fördernd einzugreifen. Berufungen gegen die Entscheidungen der Kommission sind an das Parlament zu richten, dem die Kommission im Wege des Handelsministeriums verantwortlich ist.

Die erste Aufgabe der Kommission, die sofort nach ihrer Bildung in Angriff zu nehmen wäre, ist die Unterteilung des Versorgungsgebietes in Bezirke. Deren Abgrenzung soll nach Befragung der beteiligten Stellen des Bezirkes, und zwar nach technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorgenommen werden.

In jedem Bezirk soll ein „Bezirks-Elektrizitätsrat" aufgestellt werden, der scheinbar als Verwaltungsausschuß eines nicht auf Gewinn berechneten halböffentlichen Unternehmens gedacht ist. Er soll aus möglichst wenigen Personen bestehen. Man hofft dadurch „die Auswahl der geeignetsten zu fördern" und die Bildung eines beweglichen, zielbewußt arbeitenden Amtes zu erleichtern. Der Bezirksrat übernimmt die Verpflichtung, den Strombedarf im Bezirke zu decken. Er kauft alle im Bezirk gelegenen Kraftwerke der öffentlichen und privaten Elektrizitätsunternehmungen, sorgt für deren Verkupplung, baut neue Kraftwerke und Übertragungslinien und übernimmt die Ausnutzung der Quellen von Überschußenergie (Strom, Dampf, Gas). Das Kapital soll entweder ganz oder teilweise durch den Staat aufgebracht werden; „abgesehen von jenen Fällen, in welchen die lokale Finanzierung wünschenswert und tunlich ist". Die Ablösung von Gemeindewerken soll durch Jahreszahlungen erfolgen. Privatwerke sollen voll bezahlt werden. „Es sollen keine verteilbaren Gewinne gemacht werden". Der Betrieb der Werke soll entweder durch den Rat selbst erfolgen oder sie werden verpachtet, und zwar entweder an bestehende Elektrizitätsunternehmungen oder an neue, von den Stromverbrauchern gebildete Gesellschaften. Die Betriebsart wird von Fall zu Fall durch den Bezirksrat, vorbehaltlich der Genehmigung der Kommission, geregelt. Die Stromverteilung, die sich also auf ein Wiederverkaufsgeschäft beschränkt, bleibt besonderen Unternehmungen bezw. den bestehenden Unternehmungen überlassen. Die Tarife unterliegen der Genehmigung des Bezirksrates.

Als Maßnahmen zr Förderung der Elektrizitätswirtschaft wird die Ausgestaltung der Leitungs-, Wege- und Wasserrechte empfohlen.

Beim Vergleich der englischen Vorschläge mit dem österreichischen Entwurf ist die Verschiedenheit der Versorgungsgebiete in industrieller, finanzieller und politischer Hinsicht zu berücksichtigen. In England liegen die Verhältnisse für einen großzügigen Versorgungsplan besonders günstig. Die Kohlenvorkommen und Quellen von Überschußenergie liegen in Gebieten mit großem Stromverbrauch oder doch nicht weit von ihnen. Der Zusammenschluß der Werke ermöglicht eine gute Durchmischung des Verbrauches und eine wesentliche Minderung des Gleichzeitigkeitsfaktors.

Der Bericht des Electric Power Supply Committee bedeutet eine Vertiefung und Verbesserung der früheren Vorschläge. In technischer Hinsicht ist das Freimachen von Schlagworten, die höchstens für die Agitation nützlich sein können, bemerkenswert. Nach den Ausführungen der Tageszeitungen zu schließen, ist man auch in politischer Hinsicht mit den Vorschlägen zufrieden. Sie enthalten einen Ausgleich zwischen der lokalen Selbstverwaltung und dem Eingreifen des Staates, das in England noch etwas Neues bedeutet. Bei der Beurteilung der Vorschläge in finanzieller Hinsicht muß man bedenken, daß die Banken in England eine andere Rolle spielen als bei uns und daß die Verfahren der Kapitalaufbringung zum Teil anders sind.

Bemerkenswert ist — im Gegensatz zu den nüchternen, praktischen Vorschlägen — die warme, eindrucksvolle Sprache des Berichtes über die Bedeutung der Stromversorgung für die Wiederbelebung der Industrie nach dem Kriege. Die Kriegswirtschaft hat auch in England Gelegenheit gegeben, die Vorteile des elektrischen Antriebes und den Anteil der Kraftwirtschaft an den Arbeitsbedingungen der Industrie im größten Maßstab vorzuführen. Man hofft, durch Steigerung der Kraftwirtschaft die Gestehungskosten derart herabzudrücken, daß die britische Industrie nach dem Kriege den internationalen Wettbewerb unter günstigen Verhältnissen wieder aufnehmen kann. Man erwartet eine Steigerung der Erzeugung pro Arbeiter, die eine wesentliche Erhöhung der Löhne ermöglichen und dadurch den Abbau der Kriegsverhältnisse beschleunigen wird.

Bemerkenswert ist auch der Nachdruck, mit dem der Bericht für die sofortige Inangriffnahme der Arbeiten eintritt. Es wird empfohlen, nicht zu warten, bis die Preise „normale" geworden sind. Die rechtzeitige Ausgestaltung der Energieversorgung wird die Umstellung der Industrie erleichtern und damit zur Wiederkehr des wirtschaftlichen Gleichgewichtes beitragen.

Rundschau.

Elektrische Beleuchtung.

Straßenbeleuchtung mit Wolfram-Glühlampen. E. D. Treanor. Die General Electric Co. liefert 1000 kerzige Wolfram-Glühlampen (Mazda) für 544 W-Verbrauch, 1350 Brennstunden Lebensdauer, die in Reihenschaltung zur Straßenbeleuchtung dienen. Je eine der zur Beleuchtung eines bestimmten Gebietes bestimmte Lampenreihen ist an die Sekundäre eines Transformators angeschlossen, die Primären liegen in Reihe an einem Transformator für konstanten Strom. Die Transformatoren werden in Größen von 40 W bis 10 kW und für Ströme von 4 bis 7·5 A verwendet und entweder auf Masten oder in Mastensockeln untergebracht. Sie sind in wasserdichten Gehäusen eingebaut mit Porzellaneinführungen für die primäre und sekundäre Stromzuleitung. Nur die größeren Typen erhalten Ölkühlung, sie sind für 10 000 V isoliert. In einem kleinen separat angeordneten Behälter aus Stahlblech ist eine Sicherungseinrichtung angeordnet, die an die Transformatorenklemmen angeschlossen ist. Diese sind über zwei federnde Klammern an zwei Platten aus schmelzbarem Metall angelegt, letztere auf beide Seiten einer Isolierplatte aufgelegt. Bei Überspannung wird die Isolierplatte durchgeschlagen und durch die dabei erfolgende leitende Berührung der beiden Metallplatten der Transformator kurzgeschlossen. Gewöhnlich wird die Mitte der Sekundärwicklung an Erde gelegt; tritt aber dann im Lampenkreis irgendwo ein Kurzschluß auf, so wird ein Teil der Lampen von Überstrom durchflossen. Es werden manchmal auch jeder Lampenreihe zwei gleiche Transformatoren zugeordnet und der Verbindungspunkt beider Sekundären dauernd an Erde ge-

*) E. u. M. 1918, Heft 12, Seite 147.
**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 8, Seite 97; Heft 9, Seite 107.

Digitized by Google

legt. Vorübergehende Erdung in einem Transformator bringt aber hohe Beanspruchung an dem anderen Transformator mit sich; dies kann durch dauernde Erdung der Mitte der Lampenreihe wol verhütet werden, dann würden aber bei Erdschluß in einer Lampe die zwischen dieser Lampe und der dauernd geerdeten Mitte liegenden Lampen nicht brennen. Es wird daher empfohlen, zwei Transformatoren sekundär in Reihe zu legen, den Verbindungspunkt beider dauernd zu erden, ebenso die Mitte der Lampenreihe, und ferner an die Klemmen jedes Transformators eine Sicherheitseinrichtung der oben beschriebenen Art anzuschließen.

(Gen. El. Rev. 20, Nr. 12, 1917.)

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Neue Ausführungsformen des Audions. Die Technik der drahtlosen Telegraphie, sowie die Fernsprechtechnik im allgemeinen, hat durch die von Amerika stammenden Vakuumröhren mit Glühkathode, die auf Thermionenentladung beruhen, eine wertvolle Bereicherung erfahren. Nebst den von J. Langmuir angegebenen Apparaten*) werden neuerdings Konstruktionen dieser als Detektor, Verstärker im Hochfrequenz- und Niederfrequenzkreis und als Generator für ungedämpfte Schwingungen verwendbare Elektronenröhren, allgemein als Audion bezeichnet, angegeben. Das wesentliche Merkmal dieses Apparates ist das Vorhandensein einer glühenden Kathode, einer Anode und einer zwischen beiden angeordneten gitterförmigen Elektrode, die als Steuer- oder Kontrollelektrode dient, sowie vollständiges Vakuum im Gefäß. Die Verstärkerwirkung des Audions wird eine um so größere sein, je näher die Kathode und das Gitter zueinander angeordnet sind und je weiter die Anode von beiden liegt. Bei dem Audion der Western Electric Co. (Abb. 1) bildet die Steuerelektrode 1b ein aus einem Draht gebogenes V, der mit Nickeloxyd als Isolierschicht überzogen ist, und um den ein dünner, von durchgeleitetem Strom glühend gemachter Draht 2b, die Kathode, herumgewickelt ist. Die Platten 3b bilden die Anoden, die mittels Drahtringen in Glasansätzen eines Tragkörpers aus Glas gehalten werden. Die Steuerelektrode kann auch als Zylindermantel ausgeführt sein, in dessen schraubenförmiger Nut der Kathodenglühdraht eingelegt ist, darüber wird die zylindrische Anode gestülpt; durch den inneren Zylinder kann eine Kühlflüssigkeit hindurchgedrückt werden.

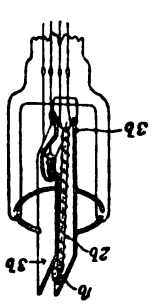


Abb. 1.

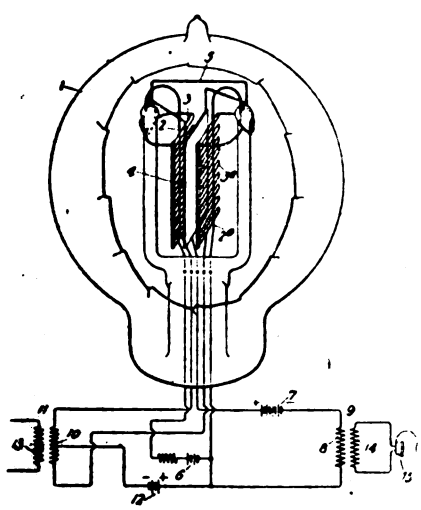


Abb. 2.

Abb. 2 zeigt das Audion von H. de Forest Arnold zugleich in seiner Schaltung als Telephonrelais. Die Glühkathode 2, 2a besteht aus zwei durch das Stück 5 verbundenen und von der Batterie erhitzten Drähten, die zu beiden Seiten der Plattenanode 4 angeordnet sind. Sehr nahe neben den Kathoden und zwischen diesen und der Platte 4 sind die Kontrollelektroden 3, 3a, ein aus parallelen Drähten gebildeter Rost, angeordnet, der an die Sekundäre 10 des Aufnahmetransformators 11 angelegt ist, dessen Primäre 13 mit der Telephonlinie oder dem Empfangkreis einer drahtlosen Empfangsschaltung verbunden oder in die Antenne selbst eingeschaltet ist. 7 ist die Verstärkerbatterie, die verstärkten Ströme werden durch den Abgabetransformator 9 an den Hörer 15 abgegeben. Die Batterie 12 ist mit dem Minuspol an die Mitte von 10 angelegt.

Bei der von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft angegebenen, ebenfalls aus Amerika stammenden Konstruktion wird die Raumladung in den Entladungsgefäßen, die die Entladung der Elektronen verhindert**), dadurch kompensiert, daß um die Kathode herum ein als Doppelgitter ausgebildeter Leiter gelegt ist, der positive Ladung erhält. (Jahrb. drahtl. Teleg. 12, Heft 3.)

*) E. u. M. 1915, Seiten 349, 529; vgl. auch 1918, Heft 25, Seite 294.

**) E. u. M. 1915, Seite 530, Abb. 2.

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektrische Wärmeerzeugung in industriellen Anlagen. F. Rütgers gibt an, daß nach seinen Erfahrungen in der Praxis das theoretische Verhältnis 8:1 zwischen der Wärmemenge von 1 kg Kohle und von 1 kWh niemals sich vorfindet, sondern das Verhältnis zwischen dem bei Dampfheizungen tatsächlich verwendeten Kohlenquantum und den für den gleichen Heizzweck unter den gleichen Verhältnissen verbrauchten Kwh bei 4:1 bis 3:1, oft auch darunter, liegt. In vielen Fällen, besonders wo die Heizung nur einige Stunden des Tages in Funktion ist, müssen als Äquivalent für 1 kg Kohle nur 3 kWh aufgewendet werden. Mit Rücksicht auf die hohen Kohlenpreise einerseits und die billigen Strompreise bei Wasserkraftwerken andererseits kann man, besonders bei industriellen Heizeinrichtungen, elektrisch billiger heizen als mit Kohle. Dazu kommen noch die kleineren Anlagekosten einer elektrischen Heizanlage gegenüber jenen einer Dampfheizung. Man wird vor allem dort die Heizung elektrisch durchführen, wo nur für einige Tagesstunden geheizt werden muß, dann bei Luft- und Warmwasserheizung und erst in dritter Linie kommen zentrale elektrische Dampfkesselanlagen in Betracht.

Bei der Berechnung des für elektrische Erwärmung nötigen Energiebedarfs denkt sich der Verfasser zum Beispiel den Dampfkessel mit Wasserinhalt und Mauerwerk durch einen prismatischen Körper von der gleichen äußeren Oberfläche wie das Kesselmauerwerk ersetzt. Die Rechnung führt zur Gleichung

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{-\frac{E \cdot O}{\Sigma G c} z}$$

Hier ist τ die Übertemperatur gegenüber der Umgebung, τ_0 die Übertemperatur zur Zeit $z = 0$. Ferner ist O die Abkühloberfläche, ΣGc der Wärmeinhalt des Wassers. Aus einer aufgenommenen Abkühlungskurve kann man durch die Beobachtung die Verlustkonstante E berechnen. Sie ergibt sich mit $E = \frac{\Sigma G c}{z \cdot O} ln\, \tau/\tau_0$ pro m² Oberfläche des Kesselmauerwerks, pro Zeiteinheit und pro 1° C Übertemperatur über Kesselhaustemperatur. Kennt man E, so kann der stündliche Wärmeverlust und damit die Energie ermittelt werden, die aufgewendet werden muß, um den Kessel unter Druck zu halten. Das Rechnungsverfahren hat sich in der Praxis als genau genug erwiesen.

Der Verfasser beschreibt einige Wärmeapparate der Maschinenfabrik Oerlikon. Es werden die verschiedensten Apparate zum Erwärmen von Flüssigkeiten ausgeführt. Unter den Lufterhitzungsapparaten mit Gußeisenheizkörpern sind besonders die in der Gießerei zur Trocknung der Gußformen verwendeten anzuführen, transportable Apparate mit eingebautem Ventilator und Heizkörpern; die kalte Luft durchströmt zuerst einen Doppelmantel, wo sie sich vorwärmt, trotz der hohen Temperatur im Inneren bleibt der Apparat dadurch nach außen ganz kühl. Zur Dampferzeugung werden Röhrendampfkessel mit in die Siederohre eingebauten Heizkörpern benutzt. Sie gestatten bei genügender Größe auch bei konstanter Energiezufuhr Schwankungen in der Dampfentnahme, zum Unterschied von den Elektrodendampfkesseln*).

Der Verfasser weist darauf hin, daß die Wärmeakkumulierung, die an manchen Orten eingeführt ist**), im großen noch Schwierigkeiten bietet, und daß, wo man mit billigem Nachtstrom arbeiten kann, besser für Wasserakkumulierung der Elektrizitätswerke gesorgt werden soll. (Schweiz. Bauz. 71, Nr. 17, 1918.)

Selbsttätige Elektrodenregelvorrichtung für Lichtbogenelektrodenöfen. W. Kunze. Bei Öfen unter 1 t Fassung wird die Elektrodenwinde von Hand aus, bei größeren Öfen von Elektromotoren betätigt. Auf gleichmäßige Energieentnahme aus den Netzen wird selbsttätig geregelt, wodurch eine Ersparnis an Bedienung und Stromverbrauch, Zustellungsmaterial, Instandhaltungskosten sowie eine Erhöhung der Produktion erzielt wird. Eine gute Elektrodenregeleinrichtung muß schnell und genau die Elektroden heben und senken, vollkommen selbsttätig arbeiten, wobei ihre Wirkung an Meßgeräten zu beobachten sein muß. Die Genauigkeit der Regulierung muß von der Konstanz der elektrischen Energie unabhängig sein. Der Übergang von der selbsttätigen zur motorischen oder Handregelung muß in einfacher und schneller Weise ermöglicht werden.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 20, Seite 235.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 1, Seite 8.

Digitized by Google

Die Regelung besteht darin, bei Kurzschlüssen den Lichtbogenabstand durch Heben der Elektroden zu vergrößern, bei Unterbrechungen durch Senken zu verringern. Die Arbeitsweise der selbsttätigen Regelvorrichtung kann von der Strom-, Spannungs- und Leistungsaufnahme des Ofens abhängig gemacht werden. Auf die Wahl der zweckmäßigsten Einrichtung nimmt die Bauart der Öfen, die Schaltung, die für den Windenmotor verwendete Stromart, die Betriebsanforderungen usw. Einfluß. Man unterscheidet unmittelbar wirkende und mittelbar wirkende Regeleinrichtungen. Bei der unmittelbaren Steuerung steht der Windenantriebsmotor still und läuft bei jeder Kontaktgebung des Relaisapparates aus dem Stillstand an. Bei der mittelbaren Steuerung wird der ständig in gleicher Drehrichtung umlaufende Motor durch den Relaisapparat mit einer von zwei elektromagnetischen Kupplungen verbunden, wodurch die Elektrode gehoben bezw. gesenkt wird. Bei der mittelbaren Steuerung ist die Regelbewegung im Augenblick der Einleitung am größten und nimmt je nach dem vorgesehenen Schlupf allmählich ab; bei der unmittelbaren Steuerung spielt sich der Vorgang umgekehrt ab. Aus den Darlegungen des Autors ergibt sich, daß beide Regeleinrichtungen, was Schnelligkeit und Genauigkeit anlangt, gleichwertig sind, wenn Gleichstrommotoren mit Bremsschaltung und Parallelwiderstand zur Verwendung gelangen. Bei Drehstromantrieb sind die mittelbaren Regeleinrichtungen überlegen, besonders bei nicht ausgeglichenem Elektrodengewicht und bei festem Ofeneinsatz. Auf die Regelarbeit wirkt außer den durch den Ofenbetrieb gegebenen Umständen vor allem die Größe des die Ofentransformatoren speisenden Kraftwerkes, die Höhe der Lichtbogenspannung, der Aggregatzustand des Schmelzgutes, die Art der Beschickung und die Ofenbedienung ein. Vor dem Krieg waren vorzugsweise unmittelbar wirkende, selbsttätige Regeleinrichtungen in Verwendung, welche die Firma Cuénod in Verbindung mit Thury-Reglern ausgeführt hat. In letzterer Zeit sind von den Bergmann-Elektrizitäts-Werken unmittelbare und mittelbare Regeleinrichtungen für Gleichstrom- und Drehstromwindenmotoren in Verbindung mit Reglern, System Fuss*), ausgeführt worden. Die Einrichtung dieser Regulierung in Schaltungs- und Wirkungsweise wird vom Autor eingehend beschrieben.

Von den Einzelheiten der Einrichtung wäre folgendes zu erwähnen: Die Antriebsmotoren für die Winde sind vollständig eingekapselt und erhalten bei getrenntem Aufbau Ringschmierlager, bei direktem Anbau an den Ofen Kugellager mit Fettschmierung. Sie können beim Abstich des Ofens mitgekippt werden. Die Gleichstrommotoren haben ständig erregtes Feld, aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf die strahlende Wärme des Ofens müssen die Motoren sehr reichlich bemessen sein. Bei den mittelbar wirkenden Reglern ist der Windenmotor mit den dazugehörigen elektromagnetischen Kupplungen und dem Wendegetriebe auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet und wird mit den Regelwinden gekuppelt. Das Wendegetriebe läuft in Öl. Die Elektrodenwinde ist eine Schraubenwinde. Die Auf- und Abbewegung einer Schraubenspindel, auf welcher eine als Führungsbüchse ausgebildete Schraubenmutter durch Schnecke und Schneckenrad, vom Elektromotor betätigt, sich dreht, wird unter Verwendung fester und loser Rollen und eines am Anfang und Ende fest verankerten Drahtseiles auf die Elektroden übertragen.

(Stahl u. Eisen 38, Hefte 7 bis 11, 1918).

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Der kritische Weg zur Feststellung der Existenz einer Atomistik der Elektrizität (erörtert an Ölkügelchen). J. Parenkiewicz. Die Bestimmung des Elementarquantums der Elektrizität auf Grund der Methoden von Ehrenhaft und Milikan hat noch zu keinem allgemein anerkannten Ergebnis geführt. Die Methode besteht bekanntlich darin, daß man kleine Flüssigkeitströpfchen elektrisch lädt und sie unter der Einwirkung des Erdfeldes und eines künstlichen elektrischen Feldes fallen läßt. Aus der Größe der Kugeln, der Fallgeschwindigkeit und der Feldstärke läßt sich die auf dem Kügelchen befindliche Ladung bestimmen. Ein von Ehrenhaft und Konstantinowsky entwickeltes, zahlentheoretisch begründetes Verfahren zur Bestimmung der Ladung beruht auf der einfachen Auswägung der elektrisch geladenen Partikel im elektrostatischen Felde in einem willkürlichen Einheitsmaße. Aus den engsten Auswägungsgrenzen, die durch jene Spannungen gegeben sind, ergeben sich experimentell die eventuellen Vielfachheiten die von den Tröpfchen getragenen Ladungen. In der vorliegenden Arbeit ist die Aufgabe behandelt, große Ölpartikel mehrmals umzuladen, die Einengungsgrenzen zu bestimmen und zu suchen, ob sich für alle an verschiedenen Partikeln gemessenen Ladungen dasselbe gemeinschaftliche Maß ergibt. Die Experimente ergeben, daß die an Öltröpfchen gemessenen Ladungen entweder kleiner sind, als diejenige des theoretischen Elementarquantums oder von dem vielfachen desselben abweichen. Für das größte gemeinschaftliche Maß der größeren Ladungen ergeben sich Werte, welche das theoretische Elementarquantum erheblich unterschreiten. Die Methode ergibt ferner für die Ladungen der Ölpartikel kein gleiches gemeinschaftliches Maß; es kann also das Atom Elektrizität nur in einer Größenordnung liegen, die das von der Theorie postulierte Quantum erheblich unterschreitet. (Annalen d. Physik, Bd. 53, 1918.) *L.*

*) E. u. M. 1916, Anzeiger Seite 279.

Strahlungslehre.

Über die Verteilung radioaktiver Gase in der freien Atmosphäre. V. F. Hess und W. Schmidt, Wien, stellen sich die Aufgabe, die Verteilung eines radioaktiven Gases in der freien Atmosphäre in Abhängigkeit von der Höhe zu errechnen unter der Annahme, daß das Gas von der Erdoberfläche fortwährend nachgeliefert wird und daß der Austausch von Höhenschicht zu Höhenschicht dem gleichen Gesetz gehorcht, das man allgemein für den Massen- oder Wärmeaustausch von Schicht zu Schicht in der Atmosphäre als gültig gefunden hat.

Die Rechnung wird durchgeführt für Radium-, Thorium- und Actiniumemanation und ebenso für die festen Zerfallsprodukte dieser Emanationen. Die errechneten Werte stimmen mit den Beobachtungen, soweit solche vorliegen, gut überein. Es wird als Halbwerthöhe definiert die Höhe, in der der Gehalt an radioaktiver Substanz in 1 g Luft auf die Hälfte des Betrages am Erdboden gesunken ist und für diese Größe die folgende Tabelle gefunden:

Radium-Emanation	zirka 1200 m
Radium D	„ 10 km
Thorium-Emanation und Thorium A	2—3 m
Thorium B	100—150 m
Actinium-Emanation und Actinium A	0·5—1 m
Actinium B	10—20 m

(Phys. Zeitschrift, Bd. 19, 109, 1918.)

Chronik.

Professor Ferdinand Braun †.

Nach einer Nachricht, die über die neutralen Länder aus Amerika kommt, ist Prof. Ferdinand Braun am 20. April d. J. in New York gestorben.

Prof. Braun, der den Lehrstuhl für Physik an der Universität in Straßburg inne hatte und der elektrotechnischen Fachwelt insbesondere durch seine Arbeiten auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie bekannt ist, ist bald nach Beginn des Krieges nach Amerika gegangen, um sein Wissen in den Dienst des drahtlosen Nachrichtenverkehres Deutschlands mit Amerika zu stellen, der bis zum Eintritt Amerikas in den Weltkrieg eine so hervorragende Rolle gespielt hat. Es ist damals gerade der Wiederaufbau der Großstation Nauen, deren 200 m hoher Mastturm bekanntlich zusammengestürzt war, von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken-Gesellschaft) in Berlin zu Ende geführt worden und es sollten die vergleichenden Versuche für die beiden Systeme der genannten Gesellschaft beginnen, von denen das eine gedämpfte Schwingungen nach der Löschfunkenmethode (auch Tönefunken genannt), das andere ungedämpfte Schwingungen, erzeugt aus Hochfrequenzmaschinen mit Frequenztransformation verwendet. Die Stationen, zwischen denen die transatlantischen Versuche durchgeführt wurden, waren Nauen bei Berlin und Sayville an der Ostküste Nordamerikas*).

Prof. Braun unterzog sich dieser mühevollen Aufgabe, obgleich er schon damals an einem Darmleiden litt. Die erschwerten Lebensverhältnisse, seitdem Amerika unter die Feinde Deutschlands gegangen ist, dürften eine Verschlimmerung dieses Leidens herbeigeführt haben, dem der Gelehrte nunmehr erlegen ist.

Prof. Ferdinand Braun wurde am 6. Juni 1850 in Fulda geboren. Schon mit 27 Jahren wurde er zum Hochschulprofessor ernannt und lehrte als solcher Physik an der Universität Marburg. Nach mehrjähriger Lehrtätigkeit an verschiedenen Hochschulen Deutschlands, so an den Universitäten in Marburg, Straßburg, Tübingen und an der technischen Hochschule in Karlsruhe, übernahm er im Jahre 1895 die Lehrkanzel für Physik und die Leitung des physikalischen Institutes an der Universität Straßburg. Seine wissenschaftlichen Arbeiten erstrecken sich auf verschiedene physikalische Gebiete, aber hauptsächlich beschäftigten ihn elektrische Fragen. Als seine bedeutendsten Schöpfungen müssen die Konstruktion einer besonderen Kathodenstrahlenröhre und die Schaffung eines neuen Systems der drahtlosen Telegraphie bezeichnet werden. Seine Kathodenstrahlröhre, bekannt als „Braunsche Röhre", gab den Physikern und Elektrotechnikern ein vorzügliches Mittel zur Beobachtung von periodischen Stromvorgängen (Wechselstrom,

*) Vgl. E. u. M.

Digitized by Google

Hysteresis, Kondensatorenentladungen u. a.) in die Hand. Dadurch, daß diese Röhre die Aufzeichnung der zu beobachtenden Vorgänge mit einem Kathodenstrahl, also gewissermaßen mit einem masse- und trägheitslosen Zeiger, ausführt, eignet sie sich auch für die Beobachtung hochfrequenter magnetischer und elektrischer Vorgänge und bildete für die Radiotechniker ein wertvolles Hilfsmittel für Studium und Forschung. Im Jahre 1898 hat Braun wenige Jahre nach den Aufsehen erregenden Versuchen Marconis ein neues System für drahtlose Telegraphie ausgearbeitet, das sich dem Marconi-System überlegen zeigte. Die Firma Siemens & Halske in Berlin übernahm die Braunschen Patente und gründete im Vereine mit der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin, die im Besitze der Patente des Charlottenburger Professors Slaby war, die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in Berlin, die in siegreichen Wettbewerb mit der mächtigen englischen Marconi-Gesellschaft treten konnte. Die Überlegenheit der Braunschen Anordnung sollte bald einen außerordentlichen Erfolg zeitigen, der insbesondere für den Schiffverkehr große Bedeutung hatte.

Die englische Gesellschaft war mit der bekannten englischen Geschäftsgier zur Unterdrückung anderer Unternehmen mit dem Verbot an ihre Schiffs- und Landstationen vorgegangen, mit Stationen anderer Systeme in Verkehr zu treten. Dies bedeutete nicht nur eine ungeheure Schädigung für diese Unternehmen selbst, sondern auch für den internationalen Schiffsverkehr. Dadurch aber, daß die englische Marconi-Gesellschaft gezwungen war, das Wesen der Braunschen Schaltung für ihre Systeme anzunehmen, zog sie sich einen Patentprozeß seitens der Inhaber der Braunschen Patente zu, als deren Erfolg der Ausgleich anzusehen ist, demzufolge die Engländer ihre Monopolstellung aufgeben mußten, dafür aber den Braunschen Schwingungskreis anwenden durften. So wuchs die Braunsche Erfindung über den Rahmen einer technischen Großtat hinaus.

Das Wesen der Braunschen Schaltung gipfelt in der Anwendung eines Kondensatorkreises, der erst indirekt durch Kopplung seine Schwingungen auf die Antenne überträgt. Sie greift also auf die Anordnung zurück, die schon Tesla zur Erzeugung hochgespannter Hochfrequenzströme geschaffen hatte. Nur während sich Tesla damit begnügte, anzudeuten, daß seine Hochfrequenzströme auch für Fernzeichengebung geeignet sein dürften, bildete Braun sein System vollständig durch. Das heutige System der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, das insbesonders in Deutschland, Österreich-Ungarn, Bulgarien und der Türkei eingeführt ist, ist eine Ausbildung des Braunschen Systemes auf Grund der Wienschen Entdeckung der Löschwirkung kurzer Funkenstrecken. Viele Arbeiten Brauns sind im Jahrbuch für drahtlose Telegraphie erschienen. Braun gelang es auch, submikroskopische Metallgitter herzustellen, mittels welcher er die Hertzschen Gitterversuche mit Lichtwellen durchführen konnte. Für seine Arbeiten auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie erhielt er im Jahre 1909 gleichzeitig mit seinem Patentgegner Marconi den Nobelpreis. Auch Österreich hat Gelegenheit genommen, Prof. Braun den ihm gebührenden Lorbeer zu reichen, indem ihn die Technische Hochschule in Wien anläßlich ihres hundertjährigen Jubiläums zum Ehrendoktor promovierte.

Prof. Braun hat sich durch seine wissenschaftlichen Leistungen ein unvergängliches Denkmal in der physikalischen und technischen Welt errichtet.

Prof. Dr. Max Reithoffer.

Technisches Museum für Industrie und Gewerbe in Wien. Am 23. v. M. fand die Generalversammlung des Museumsvereines statt, die vom Herrenhausmitglied Exzellenz Krupp mit einer Begrüßungsansprache eröffnet wurde. Der Vorsitzende konstatierte mit großer Befriedigung, daß es möglich war, während des Krieges das Museum der Öffentlichkeit zugängig zu machen und fügte bei, daß die feierliche Eröffnung, zu der auch Vertreter des befreundeten Auslandes erwartet werden, einem späteren günstigeren Zeitpunkt vorbehalten bleibt. Der Präsident berichtet, daß neuerlich namhafte Spenden aus dem Kreise der Industrie zugeflossen sind. Hierauf erstattete Herrenhausmitglied Exzellenz Exner den Tätigkeitsbericht und hob hervor, daß in den ersten sechs Wochen über 21 000 Personen das Museum besucht haben, darunter auch zahlreiche Gemeinschaftsbesuche von Schulen und Körperschaften. Er gedachte sodann der kaiserlichen Entschließung betreffend die Errichtung einer Akademie für technische Forschung und wies auf die Zusammenhänge hin, die sich zwischen dieser neuen, für alle technischen Kreise so hocherfreulichen Schöpfung und dem Technischen Museum naturgemäß ergeben werden. An diese Darstellung knüpfte sich ein Lichtbildervortrag des Museumsdirektors Hofrates Erhard über die Neuerwerbungen im vergangenen Jahre. Der Vortragende führte aus, daß das Jahr 1918 für die kulturelle Entwicklung eine Reihe von denkwürdigen Erinnerungstagen auf technischem Gebiete enthalte, und zwar: den in Linz 1618 erfolgten Abschluß der grundlegenden Arbeiten Keplers über die Planetenbewegung, den 125. Geburtstag Ressels, des österreichischen Erfinders der Schiffsschraube, die Einführung der Gasbeleuchtung in Wien durch Prechtl, den Begründer der Technischen Hochschule in Wien, und die Erfindung der Laufmaschine von Drais als Ausgangspunkt für die Entwicklung des Fahrrades und des Kraftwagens.

Literatur-Bericht.

Grundlagen der Elektrotechnik. Von A. Rotth. Zweite Auflage. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1917 (geb. Mk. 1·50).

In diesem 391. Bändchen der Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen „Aus Natur und Geisteswelt" unternimmt es der Verfasser auf dem sehr engen Raum von 143 Kleinformatseiten dem großen Kreis von nicht besonders vorgebildeten Lesern das Verständnis der grundlegenden Vorgänge auf dem Gebiete der Elektrotechnik zu vermitteln. Bekanntlich ist eine solche von Erfolg begleitete Aufgabe für den Fachmann häufig schwieriger, als jene, wenn er für seine Arbeit einen engen, mit ziemlich gleichen Vorkenntnissen ausgestatteten Kreis von Lesern zur Voraussetzung hat. Der Verfasser hat seine Aufgabe mit vielem Geschick gelöst und muß besonders die klare Ausdrucks- und Darstellungsweise in seinen Erläuterungen hervorgehoben werden. Demnach wird auch diese Neuauflage des Büchleins dem ganz uneingeweihten Leser ein guter Behelf zur Aneignung der wichtigsten grundlegenden Kenntnisse sein und ihn nach dem Studium desselben befähigen, auch gemeinverständlichen elektrotechnischen Werken, in denen hauptsächlich die technische Seite des Stoffes zur Behandlung kommt, gutes Verständnis entgegenzubringen. Von der Anführung einiger weniger, kleiner örtlicher Mängel sei abgesehen und nur noch bemerkt, daß der Titel des Werkchens insoferne etwas zu allgemein gehalten ist, als in demselben hauptsächlich auf das Verständnis der Vorgänge in den elektrischen Maschinen als Strom- und Krafterzeuger abgezielt ist, während die Grundlagen für andere Gebiete der Elektrotechnik, wie zum Beispiel der elektrischen Beleuchtung, der drahtlosen Telegraphie und anderen, nur geringe oder keine Berücksichtigung gefunden haben. Allerdings wäre es unbillig auf so beschränktem Raum mehr zu verlangen, als tatsächlich geboten wird.

Zickler.

Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Oberpostinspektor H. Brick. Zweite Auflage. Mit 65 Abb. im Text. 235. Bändchen. „Aus Natur und Geisteswelt". Leipzig und Berlin 1918. Verlag B. G. Teubner.

Bereits bei der ersten Auflage des vorliegenden Bändchens hat Oberpostinspektor Brick großes Geschick in der knappen und dabei doch wissenschaftlich-gediegenen Behandlung der Telegraphen- und Fernsprechtechnik bewiesen. Wohlweislich vermeidet er es, auf technische Einzelheiten einzugehen, dafür gelingt es ihm um so besser, über die auf diesem weiten Gebiete herrschenden Fragen und über die der Telegraphen- und Fernsprechtechnik gestellten Aufgaben zu unterrichten. So bietet das vorliegende Büchlein einen umfassenden Überblick über die Entwicklung der Telegraphen- und Fernsprechtechnik und ermöglicht es auch Laien, sich Aufklärung über die wichtigsten hier zur Geltung kommenden technischen Grundsätze zu verschaffen. Besonders gelungen ist dem Verfasser der Abschnitt über die Telegraphentechnik. Die Fernsprechtechnik mit ihren Aufgaben zeigt viel verwickeltere Verhältnisse und ist daher schwerer zu behandeln. Doch hätten hier die Selbstanschlußämter infolge der Bedeutung, die ihnen für die Zukunft zukommt, doch etwas ausführlicher behandelt werden können. Auch wäre es angezeigt gewesen, auf die technischen Grundlagen der Kabeltelegraphie und -Telephonie etwas mehr einzugehen. Unter den Neuerungen haben der Quecksilberdampfgleichrichter, der Maschinentelegraph von Siemens & Halske und der Fernsprechverstärker von Lieben und Reiß Berücksichtigung gefunden. Infolge des steigenden Interesses, das der Schwachstromtechnik entgegengebracht wird, die sich auch im Kriege als ein so wichtiges Hilfsmittel für die Heeresleitung erwiesen hat, wird die Neuauflage des so überaus brauchbaren Büchleins in weiten Kreisen mit Freuden begrüßt werden.

Ing. Ernst Felix Petritsch.

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Leitungsbau.

Isolatoren.

Ein Porzellanisolator der Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A. G. in Selb (Bayern) besteht aus mehreren durch eine Mörtelmasse, zum Beispiel Zement, miteinander verketteten Isolierkörpern. Die durch die Kittmasse verbundenen Flächen der einzelnen Isolierkörper sind zum Schutz gegen schädliche Druckbeanspruchungen mit weichen oder formbaren Metallschichten, vorzugsweise aus Zinn oder Blei belegt, die, um die Kittschicht von der Strombeeinflussung zu entlasten, leitend miteinander verbunden sind. (D. R. P. Nr. 299 495.)

An Isolierkörpern, die Leiter von sehr hoher Spannungsdifferenz trennen, treten Oberflächenentladungen auf, die sich zuerst als Glimmentladungen, mit zunehmender Spannung aber als Gleitfunken bemerkbar machen, welche zur raschen Zerstörung des Isolierkörpers führen. Zur Bekämpfung dieses Übelstandes baut die Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon (Schweiz) den Hochspannungsisolierkörper in der durch Abb. 1 veranschaulichten Weise. *a* und *b* sind Leiter verschiedenen Potentials, *c* ist ein abgestufter Widerstand und *d* der Isolierkörper. *c* ist völlig im Isolierkörper eingebettet und verbindet die beiden Leiter miteinander. Der Widerstand ist so abgestuft, daß er, von den Leitern *a* und *b* ausgehend, von einem gut leitenden Zustand allmählich in einen sehr hohen Widerstand übergeht. Durch die besondere Verteilung der verschiedenen Werte des Widerstandes kann erreicht werden, daß die elektrische Feldverteilung in dem zwischen den Leitern *a* und *b* liegenden Isoliermaterial und also auch dessen Beanspruchung sehr gleichmäßig wird. Ferner übernimmt der Widerstand auch die Zuleitung der Ladeströme zu den nicht mehr direkt zwischen den Leitern *a* und *b* liegenden Teilen des Isolierkörpers, so daß das außerhalb des Widerstandes liegende Isoliermaterial sozusagen gar keine Ladeströme zu übermitteln hat. Selbstverständlich ist der Stromdurchgang durch den Widerstand *c* sehr gering. (D. R. P. Nr. 296 565.)

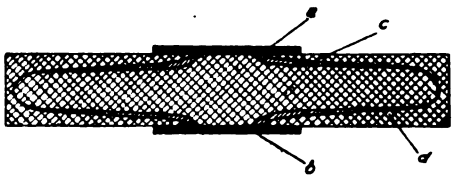


Abb. 1.

Die Firma Meirowsky & Co. A. G. in Porg a. Rh. baut einen Hochspannungsisolierkörper derart, daß in das homogene Isolationsmaterial in einem durch die Spannung gegebenen Abstand von der metallbelegten Oberfläche eine Schicht leitenden Materials eingelegt wird, die eine größere seitliche Ausdehnung besitzt als die äußere Metallauflage und elektrisch mit dieser verbunden ist. Durch diese Anordnung wird das durch Brechung der elektrischen Kraftlinien veranlaßte Glimmen an den Rändern der metallischen Fassungsteile unterdrückt. (D. R. P. Nr. 298 181.)

Ein Durchführungsisolator der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin hat den durch Abb. 2 veranschaulichten Aufbau. *A* ist der Tragkörper aus Isoliermaterial, *D* der Durchführungsbolzen, *F* die Fassung mit einem Ansatz *G*, der ganz im Innern des Isolators liegt. Der Hohlraum *H* kann mit einem geeigneten Isoliermaterial ausgefüllt sein. Offenbar durchsetzen nunmehr alle Feldkraftlinien dort, wo ihre größte Dichte ist (bei *x* und *y*), nur das Isoliermaterial *H*, das entsprechend zu wählen ist. Die Luft bei *z* führt gar keine Kraftlinien, sie ist entlastet, und die Gleitfunken sind völlig verschwunden. Die Überschlagspannung zwischen *D* und *F* wird hiedurch beträchtlich hinaufgesetzt. (D. R. P. Nr. 299 943.)

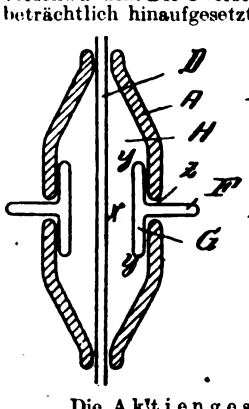


Abb. 2.

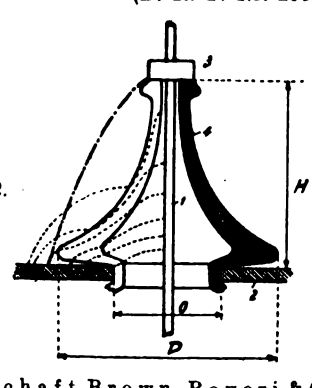


Abb. 3.

Die Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) baut einen Durchführungsisolator für Hochspannung als Rotationskörper mit der Kontur einer Hohlkehle (Abb. 3). Der größte Durchmesser *D* des Isolatorkörpers befindet sich in der Nähe der Fassungsstelle, während an der Fassung selbst der Durchmesser wieder verengt ist. Dadurch erfolgen die Glimmentladung und der Funkenüberschlag nicht längs der Isolatoroberfläche, sondern durch die Luft gemäß der strichpunktierten Linie. (D. R. P. Nr. 293 632.)

Die genannte Firma gibt einen Durchführungsisolator an, bei welchem besonders an der Fassungsstelle die elektrische Festigkeit dadurch außerordentlich erhöht ist, daß an oder in der Nähe der Fassungsstelle Einlagen aus geschichtetem Material in den Isolatorkörper gemacht werden, wobei die Schichtung dieser Einlagen derart verläuft, daß jede von der Fassung durch die Einlage hindurchtretende Kraftlinie alle Schichten der Einlage schneiden muß. Die Schichtungsflächen der Einlage stehen also ganz oder teilweise quer zur Schichtung des Isolatorkörpers. (D. R. P. Nr. 297 179.)

Ein Durchführungsisolator für Hochfrequenz der C. Lorenz A. G. in Berlin besteht aus einem aus Isolierstoff hergestellten, mit einem flüssigen Isolator ausgefüllten Gefäß; in diesem Gefäß befinden sich eine oder mehrere mit je einem zentralen Loch versehene, parallel zum Boden des Gefäßes angeordnete Metallplatten. Der Zuführungsleiter durchsetzt den Boden und geht durch die zentralen Löcher der Metallplatten. Der Isolator ist in erster Linie für Kriegseinrichtungen gedacht und schützt auch die Station gegen den Isolator treffende Sprengstücke. (D. R. P. Nr. 305 244.)

Ein doppelkegelförmiger Durchführungsisolator der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget in Westerås (Schweden) besteht in der Bauart eines Kondensators aus einer Anzahl um einen inneren Leiter herum verlegten isolierenden Schichten, die voneinander durch leitende Belegungen getrennt sind, welche auch konzentrisch zum Leiter angeordnet sind. In der Nähe der Isolatoroberfläche sind nun, konzentrisch zum Leiter, Ringe angebracht, die mit den durchlaufenden Zylinderflächen der Kondensatorbelegungen leitend verbunden sind, wodurch eine gleichförmige Spannungsverteilung längs der Oberfläche des Isolators erreicht wird. (D. R. P. Nr. 298384.)

Leiter und Kabel.

K. Ammon in Berlin-Tempelhof gibt massiven Eisenleitern für Wechselstromübertragungen einen solchen Querschnitt, daß die im Leiter um das Zentrum kreisförmig verlaufenden magnetischen Kraftlinien eine Unterbrechung erfahren, zum Zwecke, den magnetischen Fluß im Innern des Leiters und damit die Hauptwirkung des Leiters zu verringern. Der Querschnitt des kreisrunden Leiters wird zum Beispiel durch einen längs eines Radius verlaufenden Spalt oder durch einen sektorförmigen Ausschnitt verändert. (D. R. P. Nr. 300 526.)

Ein Leiter für schnelle Schwingungen von H. Boas in Berlin besteht aus einer Anzahl von Einzelleitern, die für sich selbst eine geringe Widerstandszunahme bei Wechselstrombelastung ergeben und miteinander zu einer Litze verseilt sind. Jeder Einzeldraht ist mit einer starken Isolationshülle versehen, die ihn von den Nachbarleitern so weit getrennt hält, daß die Wirbelfelder der einzelnen Leiter sich nicht mehr wesentlich beeinflussen, wodurch es möglich wird, einen Leiter mit beliebigem Querschnitt und beliebig kleiner Widerstandszunahme herzustellen. (D. R. P. Nr. 303 093.)

Die Rheinischen Draht- u. Kabelwerke G. m. b. H. in Köln a. Rh. baut einen Leiter für Kabel für sehr hohe Betriebespannungen, der aus einem kreisrunden Kern aus einem nichtmagnetischen Metall besteht, das billiger als Kupfer ist, zum Beispiel Blei, und aus um diesen Kern angeordneten, runden, massiven Kupferdrähten, so daß das Kabel bezüglich seines außen liegenden Teiles wie ein normales Kupferseil wirkt. (D. R. P. Nr. 293 940.)

Von Dr. K. W. Wagner in Berlin-Lankwitz rührt ein Fernsprechkabel mit stetig oder punktweise verteilter Selbstinduktionsbelastung her. Zur Erzielung geringer dielektrischer Verluste werden zur Herstellung der Isolierhülle Guttaperchasorten verwendet, die, wie grüne Guttapercha, besonders harzarm sind oder besonders harzarm gemacht sind. Es können auch harzarm gemachte Balata oder besonders harzarme Guttaperchaersatzmittel verwendet werden. (D. R. P. Nr. 292 494.)

Die Firma Stotz & Cie., Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. in Mannheim-Neckarau gibt eine bandförmige Isolierung an, bei der die Banderolle in einem mit Zellonimprägniermasse gefüllten, an sich bekannten Wickelbehälter untergebracht ist und im Bedarfsfalle das Band in nassem Zustand in der erforderlichen Länge aus dem Behälter herausgezogen wird. Das Band wird auf den Leiter aufgewickelt, solange seine Imprägniermasse noch feucht ist. Beim Trocknen kleben dann seine Ränder wasserdicht aufeinander und nach dem Erstarren der Masse gibt diese dem Bande die Festigkeit des Zellons in ungelöstem Zustande. (D. R. P. Nr. 304 026.)

Eine Erfindung von H. Tietgen in Hamburg betrifft ein Kabel mit Guttaperchaisolation. Die Leiter werden zunächst mit einer Lackschicht umgeben, auf welche sodann die Guttaperchaisolation aufgetragen wird. Das Kabel ist mechanisch widerstandsfähiger als solche, die lediglich mit Guttapercha isoliert sind. Andererseits sind die dielektrischen Eigenschaften des Kabels in erheblichem Grade unabhängig vom äußeren Isoliermittel. (Schw. P. Nr. 76 018.)

Derselbe Erfinder verwendet bei Guttaperchakabeln auch Emaille als den den Leiter unmittelbar umgebenden Stoff. Die Wirkung ist dieselbe wie bei dem vorhin besprochenen Kabel (Schw. P. Nr. 76 019.)

Personalnachricht.

Hofrat August Grau, Ministerialinspektor der Obersten Inspektion der gewerblichen Lehranstalten, wurde zum Direktor des k. k. Technologischen Gewerbemuseums ernannt.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
14. Juli 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 28.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Kaiser Karl-Akademie für techn'sche Forschung in Wien 313

Induktion und Kapazität von Leitungen. Von J. Fischer-Hinnen, Oerlikon 314
Rundschau 322

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 323
Briefe an die Schriftleitung 324
Personalnachricht 324

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Kaiser Karl-Akademie für technische Forschung in Wien.

Von Ing. Dr. **Wilhelm Exner**, Wien.

Als Siemens und Helmholtz, die großen deutschen Dioskuren, auf Grund ihrer genauen Kenntnis der für die Entwicklung der Technik unentbehrlichen Einrichtungen und mit gleichzeitiger Widmung eines großen Fonds die Physikalisch-technische Reichsanstalt in Berlin begründeten, gingen sie von der Erwägung aus, daß die an Hochschulen wirkenden Gelehrten und Forscher dort einerseits durch die Lehrverpflichtung, andererseits durch den Mangel von Hilfsarbeitern und fachlichen Behelfen behindert werden, ihre ganze psychische Energie den theoretischen Problemen, die auf der Tagesordnung standen, zu widmen. Der wissenschaftliche Betrieb am Institute sollte in dieser Schöpfung durch die praktische Abteilung ergänzt werden, um so ein Beratungs- und Hilfsinstitut für alle jene Zweige der Produktion zu schaffen, für die die Ergebnisse der exakten Wissenschaften das Lebenselement bilden.

Den Lesern dieser Zeitschrift brauche ich nicht auseinanderzusetzen, welche Bedeutung die genannte Anstalt von ihren beiden Schöpfern angefangen durch die lange Reihe von wissenschaftlichen Kräften, die jenen nachfolgten, bis zu ihrem heutigen Direktor Warburg erlangt hat. In der letzten Zeit vor dem Kriege war die Physikalisch-technische Reichsanstalt ein Hauptfaktor in jener wissenschaftlichen internationalen Gemeinschaftsarbeit, die sich auf die Angelegenheit der physischen elektrischen Einheitsmaße bezog. Darüber hat ja unser ausgezeichneter Kollege an der Normal-Eichungs-Kommission Hofrat Kusminsky berichtet.

Schon Ende des vorigen Jahrhunderts hat der Professor an der Brünner technischen Hochschule Dr. Habermann im österreichischen Abgeordnetenhause die Errichtung einer österreichischen Parallelanstalt beantragt. Wir waren nicht so glücklich, diese Anregung von Erfolg begleitet zu sehen.

Viele Jahre vorher hat der Handelsminister Johann Ritter v. Chlumecky eine technische Forschungsanstalt, bestehend aus mehreren Instituten und Laboratorien durch eine Regierungsvorlage, die er der parlamentarischen Behandlung im Wege des Finanzgesetzes zuführen wollte, beantragt. Es war dies kurz nach der Wiener Weltausstellung 1873; es handelte sich um einen ersten Kredit von fl. 100.000, der einem Vorbereitungskomitee anvertraut werden sollte, bestehend aus dem angesehenen Technologen des Dresdner Hochschule Dr. Ernst Hartig, den beiden Professoren an der Wiener Technischen Hochschule, Chemiker Dr. Alexander Bauer und Maschinenbauer Leopold Ritter v. Hauffe, und dem Verfasser dieses Artikels. Der Antrag fand im Budgetausschusse keine Gnade, obwohl der Referent ein Industrieller war.

Aus diesen beiden Erinnerungen, denen noch eine Reihe anderer hinzugefügt werden könnte, erhellt, daß der Gedanke von der Bildung besonderer technischer Institute für Wissenschaft und Forschung schon seit Dezennien Vorläufer in unserem Vaterlande hatte. Erst jetzt scheint endlich der Gedanke reifen zu sollen, denn es liegt eine kaiserliche Entschließung vor, die den Antrag des Ministers für öffentliche Arbeiten auf Errichtung einer Akademie für technische Forschung mit Beifall begrüßt und der Fürsorge für seine Durchführung versichert. Von da ab ist freilich noch ein weiter Weg bis zur Realisierung des herrlichen Gedankens und man kann nicht frei von Sorge sein, daß die innerpolitischen Wirren und die mangelnde Einsicht bei manchen Machtfaktoren, ja auch die wohlbegründete Mutlosigkeit in den technischen Kreisen die glückliche und segensreiche Entfaltung des Gedankens hemmen werden. Für den Augenblick jedoch bestärken die Hoffnung auf ein glückliches Gelingen folgende Momente: 1. die verhältnismäßig große Zahl von ausgezeichneten technischen Kräften, die sich theoretisch und praktisch auf den verschiedensten Gebieten des Ingenieurwesens und in den mannigfaltigsten Zweigen der Industrie betätigten und einen großen Ruf erworben haben, 2. die Wahrscheinlichkeit, daß die Techniker endlich diese Gelegenheit zur Vergesellschaftung ihrer Kräfte wahrnehmen und aus ihrer unterdrückten Stellung sich hervorwagen werden, denn die Geduld eines zurückgesetzten, ja man kann sagen, mißhandelten Berufsstandes hat auch ihre Grenzen, 3. die Rivalität des technischen Berufes mit den anderen Intelligenzberufen innerhalb unseres Staates, die, so erwarten wir, auch zur Rivalität unserer österreichischen Fachgenossen mit den deutschen Pflegern technischer Wissenschaftlichkeit führen wird, denn wir werden doch in Mitteleuropa nicht im Winkel stehen wollen, nein, wir wollen ebenbürtig der großen Lebensbetätigung in Deutschland auf dem Felde der Experimentalforschung, der Kultur des Menschengeschlechts und der wirtschaftlichen Kraft der Zentralmächte mit Begeisterung dienen.

Die Lehrer an unseren Hochschulen werden sicher jede Förderung ihrer wichtigen Mission lebhaft begrüßen, ja manche von ihnen haben schon bei dem ersten Auftauchen der Idee für eine Verwirklichung derselben in Österreich propagandistisch gewirkt. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse der kaiserlichen Akademie in Wien hat namentlich durch ihre Mitglieder Becke, Eder, Lecher, Wettstein u. a. m. die höchst erfreuliche Kundgebung beschlossen, daß die Akademie eine Schwesteranstalt technischer Richtung willkommen heiße und mit ihr ein freundschaftliches werktätiges Verhältnis einzugehen beabsichtige.

All das bisher Gesagte soll die Chancen für die künftige Akademie technischer Richtung im allgemeinen kennzeichnen. Im besondern aber wäre hervorzuheben, daß die neue Akademie im lebendigen Verkehr mit den bereits in Österreich bestehenden Laboratorien, Versuchsanstalten, Instituten und Vereinen naturwissenschaftlicher und tech-

Digitized by Google

nischer Richtung eine kräftig pulsierende Tätigkeit zu entwickeln haben wird, so daß sie die Arbeiten und Leistungen dieser Anstalten aufsammelt und womöglich zusammenfaßt und daß sie selbst, die Akademie, zu Sonderarbeiten in den bestehenden Spezialinstituten Anregungen gibt.

Unter den Richtungen, die heute durch die angewandten Naturwissenschaften, durch exakte Forschung und neue Erfindungen zu einer vollständigen Umstaltung der Industrie und des Verkehrslebens auf, unter und über der Erde, auf, unter und über der Wasserfläche geführt haben, spielt die Elektrotechnik eine Hauptrolle; sie ist mit der Chemie und dem Maschinenbau enge verbunden und dieser Zusammenhang stellt der Hauptsache nach die Neuzeit dar. Dort, wo die Selbsttätigkeit und das eigene Kapital nicht ausreichen, um den Fortschritt oder die Einbürgerung desselben zu erzwingen, wird man wissen, an welche Adresse man sich zu wenden hat, um Rat und Hilfe zu erlangen. Vielleicht gelingt es auch der „Akademie der technischen Forschung" in der Staatsverwaltung das technische Element derartig zur Geltung zu bringen, daß die moderne Geistesrichtung zum Sieger werde über die bureaukratische Tradition und ihre veralteten Formen.

Um der künftigen Akademie, die ja als Staatsanstalt das Schicksal aller ähnlichen Einrichtungen in Österreich teilen wird, das ist der Mangel an ausreichenden Fonds, zu helfen, wurde beantragt und vom Kaiser gutgeheißen, daß neben der Akademie eine selbständige Gesellschaft nach dem Vorbilde der Kaiser Wilhelms-Gesellschaft in Berlin und der Göttinger Vereinigung begründet werden solle. Diese „Kaiser Karl-Gesellschaft" wird den Verkehr der in der Praxis stehenden führenden Männer mit den Akademikern herstellen, auf die zu lösenden dringlichen Aufgaben hinweisen, bei der Organisation der Sonderinstitute mitwirken und für die Anwendung der erzielten Forschungsergebnisse Sorge tragen. Es ist kaum zu zweifeln, daß die Großmächte der Produktion und des Verkehrslebens ihre Einsicht in ihre hohe Mission betätigen und so wie in Deutschland auch hier ihre Pflicht erfüllen werden.

Induktion und Kapazität von Leitungen.

Von **J. Fischer-Hinnen**, Oerlikon.

Über diesen Gegenstand finden sich in der Literatur so zahlreiche, allerdings sehr verstreute Angaben, daß eine weitere Abhandlung darüber überflüssig erscheinen könnte. Geht man jedoch der Sache näher auf den Grund, so zeigt es sich bald, daß die Mehrzahl dieser, gewöhnlich für einen beschränkten Leserkreis bestimmter Arbeiten im allgemeinen über theoretische Erörterungen und eine Besprechung der einfachsten Fälle nicht hinaus kommen und es dem Leser überlassen, wie er sich in den verwickelteren Fällen zurechtfindet.

In nachstehendem soll nun das Problem mehr von der praktischen Seite behandelt und gezeigt werden, wie man auf elementarem Wege zu Formeln gelangt, die sich auf beliebige Anordnungen anwenden lassen.

I. Induktion.

Liegt die Aufgabe vor, den induktiven Spannungsabfall einer aus Hin- und Rückleitung gebildeten Schleife zu berechnen, so sind bekanntlich zwei Wege gangbar. Der erste besteht darin, daß man zunächst von dem hypothetischen Falle einer einzelnen stromdurchflossenen Leitung ohne Rückleitung ausgeht und ihre Selbstinduktion mit der von einer zweiten Leitung ausgeübten gegenseitigen Induktion kombiniert. Die Lösung dieser Aufgabe, mit der sich unter anderen Neumann, Blondel und Sumec (E. T. Z. 1906) befaßten, ist ziemlich umständlich.

Eine zweite Methode, der wir uns hier anvertrauen werden, besteht darin, daß wir gleich mit dem resultierenden Felde beider Leitungen rechnen. Setzt man den induktiven Spannungsabfall der ganzen Schleife

$$e_s = 2\pi c \Phi_r 10^{-8} = \omega L J, \quad c = \text{Periodenzahl},$$

so stellt in diesem Falle L den „wirklichen Selbstinduktionskoeffizienten" der ganzen Schleife dar, dagegen ist nicht ohneweiters ersichtlich, was man jetzt unter $\frac{L}{2}$ zu verstehen habe, weil diese Größe je nach der Länge der Leitung nur etwa $^1/_{1000}$ bis $^1/_{100000}$ des nach der ersten Methode berechneten „wirklichen" Wertes des Selbstinduktionskoeffizienten beträgt. Es könnte daher leicht zu Mißverständnissen führ n, wenn man $\frac{L}{2}$ einfach als Selbstinduktionskoeffizienten einer einzelnen Hin- oder Rückleitung anspricht. Nun interessiert uns im Grunde genommen diese Größe nur insofern, als wir sie für die Berechnung unsymmetrischer Mehrfachleitungen benötigen. Wir werden sie deshalb, um Mißverständnissen vorzubeugen, kurzweg als Induktionskoeffizient einer einfachen Leitung bezeichnen*).

1. Induktion einer Einphasenleitung.

Betrachten wir eine aus Hin- und Rückleitung gebildete Drahtschleife A_1, B_1 (Abb. 1), in welcher ein Wechselstrom J (effektiv) fließt, so kann man sich das von dem Leiter A_1 erzeugte magnetische Feld aus drei Komponenten zusammengesetzt denken, nämlich

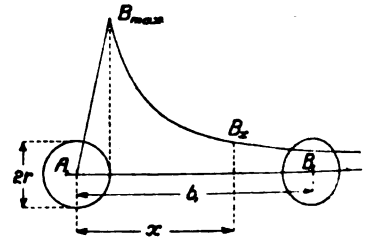


Abb. 1.

1. dem Felde Φ', das ausschließlich im Innern des Drahtes verläuft,

2. dem Felde Φ'', welches seinen Weg durch die Schleife hindurch nimmt, und

3. dem Felde Φ''', welches beide Leiter umschlingt und bis ins Unendliche reicht.

---

*) Wie wenig es übrigens bei derartigen Rechnungen auf die „wirkliche" Selbstinduktion ankommt, beweist der Umstand, daß man dieselbe ebenso gut unendlich groß annehmen kann, indem man, was natürlich ganz unzulässig ist, den Gültigkeitsbereich der unten stehenden Formel 2) auf beliebige Abstände ausdehnt, ohne daß an dem Endresultat etwas geändert wird. Ebenso ist zum Beispiel in dem vorzüglichen Werke von Kyser (Elektr. Kraftübertragung II) der Koeffizient der Selbstinduktion und gegenseitigen Induktion pro km unrichtig angegeben, indem er von der richtigen Formel

$$L = \frac{2 l_k}{10^4}\left(\ln . \frac{2 l_k . 10^5}{r} - 0{\cdot}75\right)$$

bezw.

$$M = \frac{2 l_k}{10^5}\left(\ln . \frac{2 l_k . 10^5}{r} - 1\right),$$

ausgehend auf 1 km bezogen

$$L_1 = \frac{2}{10^4}\left(\ln \frac{2 . 10^5}{r} - 0{\cdot}75\right) \text{ bezw. } M_1 = \frac{2}{10^4}\left(\ln . \frac{2 . 10^5}{r}\right)$$

setzt. Daß das Endresultat trotzdem richtig ist, hängt mit einem Umstande zusammen, auf den wir weiter unten zurückkommen werden.

Digitized by Google

Ebenso werden aber auch von dem Leiter B_1 drei gleich starke Felder ihren Ausgang nehmen, von denen jedoch nur Φ''' um den Leiter A_1 herum verläuft. Da das letztere entgegengesetzte Richtung wie das von A_1 erzeugte Feld Φ''' hat, so heben sich die beiden gegenseitig auf und es kommen für die induktive Wirkung des Leiters A_1 nur Φ' und Φ'' in Betracht. Ihre Größe ergibt sich aus folgender Überlegung. Bekanntlich ist die von dem Strome J im Abstande x erzeugte Liniendichte

$$B_x = \frac{2J}{10x} \text{ für } x < r \quad \ldots \quad 1)$$

und

$$B_x = \frac{2J}{10x} \text{ für } x > r \quad \ldots \quad 2).$$

Daraus folgt

$$\Phi' = \int_0^r B_x l\,dx = \int_0^r \frac{2Jlx}{10r^2}\,dx = \frac{Jl}{10}$$

(l = einfache Länge in cm).

In Wirklichkeit kommt dieses Feld aber nur für die innersten Stromfäden voll zur Geltung, während es für die an der Peripherie des Drahtes liegenden Stromfäden gleich Null ist. Es genügt daher vollkommen mit einem mittleren Werte $\Phi' = \frac{Jl}{10} \cdot 0{\cdot}5$ zu rechnen. Andererseits ist wegen 2)

$$\Phi'' = \int_r^b B_x l\,dx = \int_r^b \frac{2Jl}{10x}\,dx = \frac{Jl}{10} \cdot 4{\cdot}6 \log \frac{b}{r}.$$

Das resultierende Feld ist daher

$$\Phi_r = \Phi' + \Phi'' = \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b}{r}\right);$$

folglich der induktive Spannungsabfall in einer Hin- oder Rückleitung

$$E_s = \frac{\omega \Phi}{10^8} = \frac{2\pi c}{10^8} \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b}{r}\right)$$

oder

$$E_s = 2\pi c\left[\frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b}{r}\right)\right] \cdot J, \quad \ldots \quad 3),$$

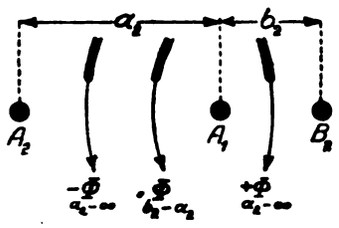


Abb. 2.

wenn l_k die einfach gemessene Länge der Leitung in km bedeutet. Um den Spannungsabfall in der ganzen Schleife zu erhalten, muß die rechte Seite noch mit 2 multipliziert werden. In dieser Gleichung bedeutet der Ausdruck in der eckigen Klammer den weiter oben definierten Induktionskoeffizienten. Fügt man zu den bestehenden Leitungen $A_1 B_1$ noch zwei weitere $A_2 B_2$ hinzu, welche gegenüber A_1 die Abstände a_2 bezw. b_2 haben (Abb. 2), so wirken auf den Leiter A_1 zwei neue Felder ein, nämlich das von A_2 herrührende Feld $+\Phi_{a_2-\infty}$ und das von B_2 erzeugte entgegengesetzt gerichtete Feld $-\Phi_{b_2-\infty}$. Ist $a_2 > b_2$, so kann man das letztere wieder in zwei Komponenten $-\Phi_{a_2-\infty}$ und $-\Phi_{b_2-a_2}$ zerlegen. Dann heben sich die Felder $+\Phi_{a_2-\infty}$ gegenseitig auf und es bleibt noch $\Phi_{b_2-a_2}$, wofür man

$$\Phi_{b_2-a_2} = -\int_{b_2}^{a_2} B_x l\,dx = -\frac{Jl}{10} 4{\cdot}6 \log \frac{a_2}{b_2} = +\frac{Jl}{10} 4{\cdot}6 \log \frac{b_2}{a_2}$$

erhält*). Zu genau demselben Resultat führt aber auch die Bedingung $b_2 > a_2$. In ähnlicher Weise verfährt man, wenn mehr als vier Drähte oder allgemein $2n$-Drähte vorhanden sind, das heißt, es werden je zwei Drähte verschiedener Stromrichtung zusammengenommen und ihre Wirkung auf den betrachteten Leiter untersucht. Durch Addition erhält man schließlich das resultierende Feld

$$\Phi_r = \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b_1}{r} + 4{\cdot}6 \log \frac{b_2}{a_2} + 4{\cdot}6 \log \frac{b_3}{a_2} + \ldots 4{\cdot}6 \log \frac{b_n}{a_n}\right)$$

$$= \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b_1 . b_2 . b_3 \ldots b_n}{r . a_2 . a_3 \ldots a_n}\right)$$

und daraus den Induktionskoeffizienten der betrachteten Leitung A_1

$$L_{A_1} = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b_1 . b_2 . b_3 \ldots b_n}{r . a_2 . a_3 \ldots a_n}\right) \text{ Henry} \quad 4).$$

Die Handhabung dieser Formel läßt sich am besten an den Abb. 3 und 4 erklären. In diesen Abbildungen bedeuten A_1, A_2, A_3 die Drähte der einen, B_1, B_2, B_3 diejenigen der anderen Stromrichtung, und zwar ist diese Bezeichnung unveränderlich. Soll nun beispielsweise für A_1 der Induktionskoeffizient bestimmt werden, so denkt man sich von A_1 Strahlen nach allen übrigen Leitern gezogen (Abb. 3) und die Abstände nach Leitern gleicher Stromrichtung mit a_2,

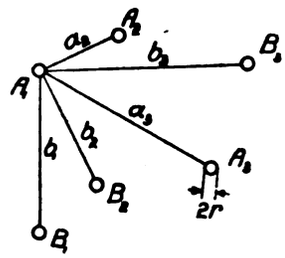


Abb. 3.

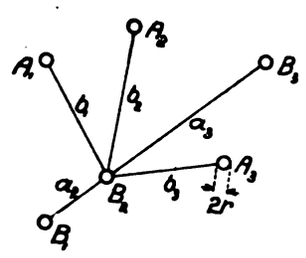


Abb. 4.

$a_3 \ldots$, diejenigen nach Leitern entgegengesetzter Stromrichtung mit b_1, b_2, $b_3 \ldots$ numeriert und die betreffenden Werte in die Gleichung 4) eingesetzt. Die Reihenfolge bleibt sich dabei gleich. Handelt es sich um den Leiter B_2, so sind die Strahlen von B_2 aus zu ziehen (Abb. 4), wobei wiederum die Abstände nach Leitern derselben Stromrichtung mit a_2, $a_3 \ldots$, diejenigen nach Leiter umgekehrter Stromrichtung mit b_1, $b_2 \ldots$ bezeichnet werden. Es ändert sich also nur die Bezeichnung der Abstände.

*) Damit erklärt sich nachträglich, wenn sozusagen jede Formel brauchbare Resultate liefert, sofern sie die Kraftliniendichte wenigstens im Bereiche der entferntesten Drähte richtig angibt. Da sich nämlich die um Hin- und Rückleitung verlaufenden Feldkomponenten gegenseitig aufheben, so bleibt es sich eben gleich, durch was für eine Formel wir sie darstellen.

Digitized by Google

Beispiel. Man berechne den Induktionskoeffizienten für die in Abb. 5 dargestellte Anordnung. Für den Leiter A_1 ist

$$a_2 = 2a; \qquad b_1 = a; \qquad b_2 = 3a,$$

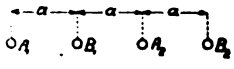


Abb. 5.

somit

$$L_{A_1} = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{a \cdot 3a}{r \cdot 2a}\right) = \frac{l_k}{10^4}\left(1{\cdot}3 + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right) \text{ Henry.}$$

Für den Leiter B_1 wird

a_2 = Distanz $B_1 B_2 = 2a$; $\quad b_1$ = Distanz $B_1 A_1 = a$; $\quad b_2$ = Distanz $B_1 A_2 = a$,

also

$$L_{B_1} = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{a \cdot a}{r \cdot 2a}\right) = \frac{l_k}{10^4}\left(-0{\cdot}88 + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right) \text{ Henry.}$$

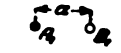
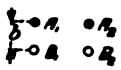
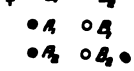
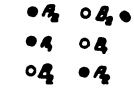
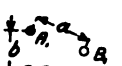
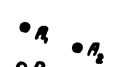
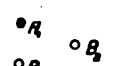
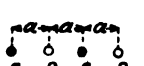
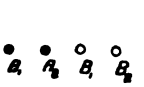
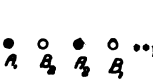
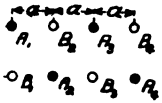
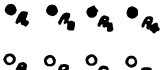
Für den Leiter A_2 erhält man

a_2 = Distanz $A_2 A_1 = 2a$; $\quad b_1$ = Distanz $A_2 B_1 = a$; $\quad b_2$ = Distanz $A_2 B_2 = a$.

Tabelle I. Einphasenleitungen.

Induktionskoeffizient pro einfache Hin- oder Rückleitung.

$L = \frac{l_k}{10^4}(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log x)$ Henry/km, oder für $b = a$ $\quad L = \frac{l_k}{10^4}\left(y + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right)$ Henry/km.

Nr.	Anordnung	Werte von x	y	z*)
1		$\frac{a}{r}$	$+0{\cdot}5$	0
2		$\frac{b}{ra}\sqrt{a^2+b^2}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
3		$\frac{a}{rb}\sqrt{a^2+b^2}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
4		$\frac{ab}{r\sqrt{a^2+b^2}}$	$-0{\cdot}19$	$-0{\cdot}15$
5		Für A_1 und $B_2 = \frac{a}{rb}\sqrt{a^2+2b^2}$ Für A_2 und $B_1 = \frac{a^2}{rb}$	$+1{\cdot}59$ $+0{\cdot}5$	$+0{\cdot}24$ 0
6		Für A_1 und $B_2 = \frac{b}{ra}\sqrt{a^2+2b^2}$ Für A_2 und $B_1 = \frac{b}{r}$	$+1{\cdot}59$ $+0{\cdot}5$	$+0{\cdot}24$ 0
7		Für A_1 und $A_2 = \frac{ab}{r\sqrt{a^2+2b^2}}$ Für B_1 und $B_2 = \frac{b}{r}$	$-0{\cdot}59$ $+0{\cdot}5$	$-0{\cdot}24$ 0
8		Für A_1 und $B_2 = \frac{3}{2}\frac{a}{r}$ Für A_2 und $B_1 = \frac{a}{2r}$	$+1{\cdot}31$ $-0{\cdot}88$	$+0{\cdot}18$ $-0{\cdot}3$
9		Für A_1 und $B_2 = \frac{6a}{r}$ Für A_2 und $B_1 = 2\frac{a}{r}$	$+4{\cdot}08$ $+1{\cdot}88$	$+0{\cdot}78$ $+0{\cdot}3$
10		Für A_1 und $A_2 = \frac{2}{3}\frac{a}{r}$ Für B_1 und $B_2 = 2\frac{a}{r}$	$-0{\cdot}31$ $+1{\cdot}88$	$-0{\cdot}18$ $+0{\cdot}3$
11		$\frac{2}{3}\cdot\frac{a}{r}$	$-0{\cdot}31$	$-0{\cdot}18$
12		Für $A_1, B_1, A_4, B_4 = \frac{3ab}{2r}\sqrt{\frac{4a^2+b^2}{(a^2+b^2)(9a^2+b^2)}}$ Für $B_2, B_3, A_2, A_3 = \frac{ab}{2r}\frac{\sqrt{4a^2+b^2}}{(a^2+b^2)}$	$-0{\cdot}075$ $-0{\cdot}66$	$-1{\cdot}125$ $-0{\cdot}25$
13		Für $A_1, B_1, A_4, B_4 = \frac{b}{6ra^3}\sqrt{(a^2+b^2)(4a^2+b^2)(9a^2+b^2)}$ Für $A_2, B_2, A_3, B_3 = \frac{b}{2ra^3}(a^2+b^2)\sqrt{4a^2+b^2}$	$+1{\cdot}52$ $+2{\cdot}11$	$+0{\cdot}22$ $+0{\cdot}35$
14		Für $A_1, A_2, B_3, B_4 = \frac{3a}{2rb}\sqrt{\frac{(a^2+b^2)(9a^2+b^2)}{4a^2+b^2}}$ Für $B_1, B_2, A_3, A_4 = \frac{a}{2rb}\frac{a^2+b^2}{\sqrt{4a^2+b^2}}$	$+2{\cdot}69$ $-1{\cdot}11$	$+0{\cdot}48$ $-0{\cdot}35$

*) Siehe Kapitel über Kapazität. -- **) In Anordnung 10 sind H_2 und B_1 miteinander zu vertauschen.

Der letztere verhält sich demnach gleich wie B_1 und ebenso B_2 wie A_1.

Wie man sieht, entstehen bei dieser Anordnung verhältnismäßig große Differenzen. Inwieweit dieselben den Parallelbetrieb beeinflussen, läßt sich nur von Fall zu Fall entscheiden.

Weitere Beispiele dieser Art finden sich in der Tabelle I.

2. Induktion einer Einphasenbahn.

Es soll der Spannungsabfall einer Einphasenbahn bestimmt werden. Derselbe setzt sich aus zwei Teilen zusammen, nämlich dem Spannungsabfall der Fahrleitung und demjenigen der Schienen, welche als Rückleitung dienen. Der erstere ist leicht an Hand der Formel 3) zu berechnen, wenn man für b den Abstand des Fahrdrahtes von den Schienen einsetzt.

Etwas unsicherer ist die Bestimmung des induktiven Widerstandes der Schienen. Um Anhaltspunkte darüber zu gewinnen, werden wir die sehr ausführlichen Versuche von Lichtenstein (E. T. Z. 1907) an der Versuchsstrecke Marienfeld-Zossen zu Rate ziehen. Dieselben sind, soweit sie für uns in Betracht kommen, in der Tabelle Ia übersichtlich zusammengestellt. Die Versuche Nr. 1 bis 18 wurden in der Weise ausgeführt, daß man einen der drei Fahrdrähte mit einer Schiene in Serie schaltete und Spannung, Strom und Wattaufnahme an der so gebildeten, kurzgeschlossenen Schleife ablas. Der induktive Widerstand der Schiene wird somit erhalten, indem man die wattlose Komponente $E \sin \varphi$ durch den Strom dividiert und hievon den mit Hilfe von Gleichung 3) berechneten induktiven Widerstand der Fahrleitung in Abzug bringt.

Bei den Versuchen Nr. 19 bis 21 diente der Fahrdraht als Hinleitung, die beiden parallel geschalteten Schienen als Rückleitung.

Digitized by Google

Aus den ersten 18 Versuchsdaten folgt:

Mittlerer Wert von $R = 0{\cdot}408\ \Omega/\text{km}$,

Mittlerer Wert von $L = 31{\cdot}9 \cdot 10^{-4}$ H/km.

Die Daten der betreffenden Linie sind:

Abstand des Fahrdrahtes von den Schienen . . . . 5·35 m,

Durchmesser des Fahrdrahtes . . 8 mm,

Querschnitt der Schienen . . . . 5160 mm².

Bei diesen Versuchen waren die Erdplatten abgeschraubt, dagegen die Schienen an den Stößen durch Kupferdrähte miteinander verbunden.

Tabelle Ia. Kurzschlußversuch auf der Strecke Warlenfeld-Zossen.

Lauf. Nr.	Länge l_k in km	Periodenzahl c	E	J	$\cos\varphi$	Gesamter Ohmscher Widerstand $R = \frac{E\cos\varphi}{J \cdot l_k}$ pro km	Gesamter induktiver Widerstand $\omega L = \frac{E\sin\varphi}{J \cdot l_k}$ pro km	Induktionskoeffizient $L = \frac{\omega L}{2\pi c}$ pro km
1	1·85	48·8	71·1	37·5	0·376	0·384	0·950	31×10^{-4}
2		47·6	131·3	70	0·407	0·415	0·925	31
3		44·3	223·6	122	0·425	0·420	0·910	32·6
4		43	295	166	0·453	0·435	0·855	31·6
5	0·85	58·5	54·7	49	0·343	0·449	1·23	33·4
6		58·5	100·3	89·6	0·352	0·462	1·23	33·4
7		57·6	144·5	129·6	0·367	0·482	1·22	35·7
8		56·3	172·6	153·4	0·370	0·490	1·22	34·4
9	1·85	25	49·75	43·5	0·535	0·330	0·522	33·3
10		24·5	78·3	68·5	0·558	0·345	0·513	33·4
11		23·3	145·5	129·2	0·564	0·342	0·505	34·5
12		22·3	186·6	164·8	0·578	0·354	0·498	35·7
13	2·5	56·8	142·4	49·3	0·405	0·468	1·05	29·4
14		55	215	75·8	0·410	0·465	1·03	29·9
15		51·2	326	121·6	0·445	0·476	0·96	29·9
16	2·75	28·5	77·8	47·5	0·554	0·329	0·494	27·6
17		27·7	115	71·4	0·569	0·367	0·483	27·7
18		26·2	202·4	120·8	0·559	0·340	0·505	30·7
19	1·85	26·1	36·8	37·3	0·567	0·558	0·439	26·7
20		25·4	94·5	97·5	0·576	0·559	0·427	26·7
21		24·3	150·5	161	0·575	0·536	0·414	27

Widerstand der Schienen

$$R_s = 0{\cdot}2 \cdot \frac{1000}{5160} = 0{\cdot}0387\ \Omega \text{ pro km},$$

Zuschlag für die Stöße (15%) $= 0{\cdot}0058$ „ „ „

zusammen $0{\cdot}0445\ \Omega/\text{km}$

gegenüber 0·0434 (im Mittel) mit Gleichstrom gemessen.

Widerstand des Fahrdrahtes

$$R_f = 0{\cdot}0177 \cdot \frac{1000}{50} = 0{\cdot}354\ \Omega/\text{km} \text{ bei } 5^0\text{ C}.$$

Somit gesamter Ohmscher Widerstand

$$R = R_s + R_f = 0{\cdot}0445 + 0{\cdot}354 \cong 0{\cdot}4\ \Omega$$

statt 0·408 aus den Versuchen.

Induktionskoeffizient der Fahrleitung nach Gleichung 3)

$$L_f = \frac{1}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \cdot \frac{535}{0{\cdot}4}\right) = \frac{14{\cdot}8}{10^4}\ \text{H/km}.$$

Der Mittelwert aus den ersten Ablesungen gibt $L = \frac{31{\cdot}9}{10^4}$ H/km, es bleiben also noch für die Schienen

$$L_s = L - L_f = \frac{31{\cdot}9 - 14{\cdot}8}{10^4} = \text{rund } \frac{17}{10^4}\ \text{H/km},$$

und zwar ändert sich dieser Wert innert den üblichen Grenzen von $5^1/_2$ bis $6^1/_2$ m nur wenig mit dem Abstande des Fahrdrahtes von den Schienen.

Um daraus den Induktionskoeffizienten bei parallel geschalteten Schienen zu berechnen, ist eine kleine Überlegung erforderlich. Zunächst ist klar, daß an der Größe von L_f nichts geändert wird, wohl aber ändert sich L_s, weil jetzt nur noch der halbe Strom durch eine Schiene fließt. Außerdem wirken die beiden Schienen induktiv aufeinander. Nun entspricht dem vollen Strome J bei dem obigen Versuche ein gesamtes Feld

$$\Phi = \Phi_i + \underset{r_1 - b}{\Phi} = 17 \cdot 10^4\, l_k\, J$$

um die Schiene, und zwar entspricht Φ_i dem im Innern der Schiene verlaufenden Feld und $\underset{r_1 - b}{\Phi}$ demjenigen Feld, das durch die aus Schiene und Fahrdraht gebildete Schleife hindurch tritt. Der Faktor r_1 hat hier den Sinn eines „fiktiven" Radius, in dem man sich die Schiene durch einen Leiter vom Radius r_1 ersetzt denkt.

Schalten wir jetzt die Schienen parallel, so entstehen um jede derselben folgende Felder (Abb. 6).

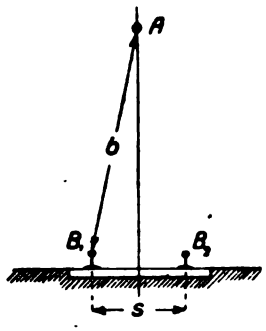


Abb. 6.

1. Das vom eigenen Strome $\frac{J}{2}$ erzeugte, im Innern verlaufende Feld

$$+\frac{1}{2}\Phi_i,$$

2. Das ebenfalls vom eigenen Strom herrührende, bis ins Unendliche reichende Feld

$$+\frac{1}{2}\underset{r_1 - \infty}{\Phi} = \frac{1}{2}\underset{r_1 - b}{\Phi} + \frac{1}{2}\underset{b - \infty}{\Phi},$$

3. Das von der zweiten Schiene erzeugte Feld

$$+\frac{1}{2}\underset{s - \infty}{\Phi} = \frac{1}{2}\underset{s - b}{\Phi} + \frac{1}{2}\underset{s - \infty}{\Phi},$$

und

4. das vom Fahrdraht erzeugte Feld $-\underset{b - \infty}{\Phi}$.

Alle zusammen ergeben das resultierende Feld

$$\Phi_r = \frac{1}{2}\left(\Phi_i + \underset{r_1 - b}{\Phi}\right) + \frac{1}{2}\underset{s - b}{\Phi}.$$

In dieser Gleichung ist aber nach früherem

$$\frac{1}{2}\left(\Phi_i + \underset{r_1 - b}{\Phi}\right) = 8{\cdot}5 \cdot 10^4\, l_k\, J,$$

ferner

$$\frac{1}{2}\underset{s - b}{\Phi} = 10^4\, l_k\, J \cdot 2{\cdot}3 \log \frac{b}{s}.$$

Digitized by Google

Somit ergibt sich in den Schienen ein induktiver Spannungsabfall

$$e_s' = \frac{2\pi c \Phi_r}{10^8} = \frac{2\pi c l_k}{10^4}\left(8{\cdot}5 + 2{\cdot}3\log\frac{b}{s}\right).J \quad . \quad 5).$$

Dazu kommt noch der induktive Spannungsabfall in der Fahrleitung

$$e_s'' = \frac{2\pi c l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6\log\frac{b}{r}\right).J \quad . \quad . \quad 6).$$

Der gesamte induktive Spannungsabfall ist daher ausgerechnet

$$e_s = e_s' + e_s'' = \frac{0{\cdot}145\,c}{100} l_k\left(3{\cdot}9 + 2\log\frac{b}{r} + \log\frac{b}{s}\right).J \quad 7),$$

andererseits ist der Ohmsche Spannungsabfall

$$e_w = \left(R_l + \frac{1}{2}R_s\right)J \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8),$$

und schließlich der gesamte Spannungsabfall mit genügender Genauigkeit

$$e = e_s \sin\varphi + e_w \cos\varphi \quad . \quad . \quad . \quad 9),$$

φ = Phasenverschiebungswinkel.

Beispiel. Die Brauchbarkeit dieser Formeln lassen sich sehr leicht an den letzten drei Versuchen nachprüfen. Da die einfache Leitungslänge bei diesen Versuchen 1·85 km betrug, wird

$$e_s = \frac{0{\cdot}145\,c}{100}\cdot 1{\cdot}85\left(3{\cdot}9 + 2\log\frac{535}{0{\cdot}4} + \log\frac{535}{143{\cdot}5}\right)J = \frac{2{\cdot}88}{100}cJ,$$

$$e_w = 1{\cdot}85\,(0{\cdot}554 + 0{\cdot}022)\,J = 0{\cdot}695\,J.$$

Daraus folgt für

$J = 37{\cdot}3$ A, $c = 26{\cdot}1$	$J = 97{\cdot}5$ A, $c = 25{\cdot}4$	$J = 161$ A, $c = 24{\cdot}3$
$e_s = \frac{2{\cdot}88}{100}\cdot 26{\cdot}1\cdot 37{\cdot}3 = 28$ V;	$e_s = \frac{2{\cdot}88}{100}\cdot 25{\cdot}4\cdot 97{\cdot}5 = 71{\cdot}2$ V;	$e_s = \frac{2{\cdot}88}{100}\cdot 24{\cdot}3\cdot 161 = 113$ V;
$e_w = 0{\cdot}695\cdot 37{\cdot}3 = 25{\cdot}9$ V;	$e_w = 0{\cdot}695\cdot 97{\cdot}5 = 67{\cdot}6$ V;	$e_w = 0{\cdot}695\cdot 161 = 112$ V;
$e = \sqrt{28^2 + 25{\cdot}9^2} = 38{\cdot}1$ V statt 36·8 (gemessen).	$e = \sqrt{71{\cdot}2^2 + 67{\cdot}6^2} = 98{\cdot}2$ V statt 94·5 (gemessen).	$e = \sqrt{113^2 + 112^2} = 159$ V statt 150·5 (gemessen).

Die Übereinstimmung ist also eine befriedigende, wenn man berücksichtigt, daß die Leitfähigkeit der Erde, welche sich natürlich der Rechnung entzieht, durch die Parallelschaltung jedenfalls erheblich zugenommen hat. Außerdem hatte es, wie der Versuchsbericht angibt, vorher stark geregnet, so daß von vorneherein eine größere Leitfähigkeit erwartet werden durfte.

Beispiel 2. Bei der Lötschbergbahn wurde ein scheinbarer Widerstand von 0·27 Ω/km ermittelt. Die Daten derselben sind

$b = 670$ cm, $s = 143{\cdot}5$ cm, $c = 15$, $r = 0{\cdot}55$ cm.

Somit ist für den Fall der induktive Widerstand

$$= \frac{0{\cdot}145\cdot 15}{100}\left(3{\cdot}9 + 2\log\frac{670}{0{\cdot}55} + \log\frac{670}{143{\cdot}5}\right) = 0{\cdot}233\ \Omega/\text{km},$$

Widerstand des Fahrdrahtes

$$= 0{\cdot}0177\cdot\frac{1000}{100} = 0{\cdot}177\ \Omega/\text{km}.$$

Widerstand der Schienen inklusive Verbindungen

$$= 1{\cdot}15\cdot\frac{0{\cdot}2\cdot 1000}{2\cdot 5000} = 0{\cdot}023\ \Omega/\text{km}.$$

Gesamter Ohmscher Widerstand

$$= 0{\cdot}177 + 0{\cdot}023 = 0{\cdot}2\ \Omega/\text{km}.$$

Scheinbarer Widerstand

$$= \sqrt{0{\cdot}233^2 + 0{\cdot}2^2} = 0{\cdot}3\ \Omega/\text{km},$$

gegenüber 0·27 gemessen.

Auch hier dürfte der Unterschied von der Leitfähigkeit der Erde herrühren.

3. Spannungsabfall in massiven Barren.

Derartige Leitungen kommen hauptsächlich in metallurgischen Anlagen, Karbidwerken usw. vor, wo sie nicht selten zu höchst unangenehmen Überraschungen geführt haben, Obwohl man es hier mit verhältnismäßig kurzen Leitungen zu tun hat, können doch infolge der großen Stromstärken und der geringen Betriebsspannung bedeutende prozentuale Spannungsabfälle auftreten. Das einzige Mittel zu ihrer Vermeidung besteht in einer möglichst weitgehenden Unterteilung der Leitungen, die so angeordnet werden, daß abwechslungsweise Barren verschiedener Stromrichtung nebeneinander zu liegen kommen (Sandwichanordnung).

Wie leicht einzusehen, sind für diesen Fall die für runde Drähte abgeleiteten Formeln nicht mehr anwendbar. Da nun eine „genaue" Rechnung nicht nur sehr umständlich, sondern auch wenig aussichtsreich wäre, werden wir uns im Nachstehenden mit einer Näherungsrechnung begnügen, die sich eng an das frühere Verfahren anschließt. Unter der Annahme, daß die Kraftlinien etwa den in Abb. 7 angedeuteten Verlauf nehmen, läßt sich die Kraftliniendichte B_x im Abstande x von der Barrenmitte durch die Formel

$$B_x = \frac{4\pi}{10}\cdot\frac{J}{\text{Kraftlinienlänge}} = \frac{4\pi}{10}\cdot\frac{J}{2\pi x + 2(h-d}$$

ausdrücken, wenn J den Strom in einer Barre bedeutet.

Für $x = \frac{d}{2}$, also dicht am Umfange wird

$$B = \frac{4\pi}{10}\cdot\frac{J}{\pi d + 2(h-d)}.$$

Von hier nimmt die Kraftliniendichte nach der Mitte geradlinig ab, so daß man im Mittel

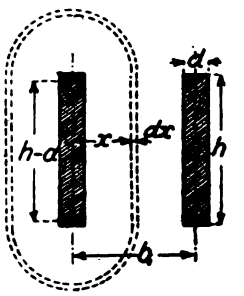


Abb. 7.

$$\Phi' = \frac{1}{2}\cdot\frac{Bld}{2} = \frac{Jl}{10}\cdot\frac{\pi d}{\pi d + 2(h-d)} = \frac{Jl}{10}\cdot\frac{d}{d+2h}$$

setzen kann, worin h_0 zur Abkürzung für $\frac{h-d}{\pi}$ steht.

Andererseits ist die durch die Hin- und Rückleitung gebildete Schleife tretende Linienzahl

$$\Phi'' = \int_{\frac{d}{2}}^{b_1} B_x\, l\, dx = \frac{Jl}{10}\cdot 4\,6\cdot\log\frac{b_1 + h_0}{\frac{d}{2} + h_0}.$$

Wir lassen nun die Bedingung einer einfachen Schleife fallen und untersuchen, welche induktive Wirkung zwei beliebige Barren entgegengesetzter Stromrichtung im Abstande b_m und a_m auf den betrachteten Leiter ausüben. Analog dem früher behandelten Beispiele (siehe Abb. 2) wird allgemein

$$\Phi''' = \frac{Jl}{10}\,4{\cdot}6\log\frac{b_m + h_0}{a_m + h_0}$$

sein.

Alle diese Kraftlinienmengen addiert, ergeben das resultierende Feld

$$\Phi_r = \frac{Jl}{10}\left[\frac{d}{d+2h_0} + 4{\cdot}6\log\frac{(b_1+h_0)(b_2+h_0)(b_3+h_0)\ldots(b_n+h_0)}{\left(\frac{d}{2}+h_0\right)(a_2+h_0)(a_3+h_0)\ldots(a_n+h_0)}\right]$$

Digitized by Google

dem ein gesamter induktiver Spannungsabfall (in Hin- und Rückleitung)

$$e_s = 2 \cdot \frac{2\pi c}{10^8} l \Phi_r \text{ V}$$

entspricht.

In Wirklichkeit fällt indessen der Spannungsabfall durchschnittlich zirka 50 bis 60% größer aus, so daß man für eine approximative Rechnung — und um eine solche kann es sich hier höchstens handeln —

$$e_s = \frac{2 c l_m}{1000}\left[\frac{d}{d+h_0} + 4{\cdot}6 \log \frac{(b_1+h_0)(b_2+h_0)(b_3+h_0)\dots(b_n+h_0)}{\left(\frac{d}{2}+h_0\right)(a_2+h_1)(a_3+h_0)\dots(a_n+h_0)}\right]\frac{J}{1000} \quad 10)$$

setzen kann, wenn l_m die einfach gemessene Länge in m bedeutet.

Einige Beispiele, welche sich auf ausgeführte Anlagen beziehen, mögen das Gesagte erläutern:

Beispiel 1. Die gesamte Leitung (Hin- und Rückleitung) besteht aus 16 Barren, welche, wie Abb. 8 zeigt, angeordnet sind. Strom pro einzelne Barre $J = 2000$ A; Periodenzahl $c = 60$. Länge unbekannt, dagegen soll der Spannungsabfall pro laufenden m etwas weniger als 2 V betragen.

Aus der Abbildung folgt: $d = 0{\cdot}8$; $h = 12{\cdot}5$,

$$h_0 = \frac{h-d}{\pi} = \frac{12{\cdot}5 - 0{\cdot}8}{\pi} = \text{rund } 3{\cdot}7 \text{ cm},$$

$$a_1 = \frac{d}{2} = 0{\cdot}4 \text{ cm}.$$

b_1 bis b_n =	10·4	12	31·2	32·8	52	53·6	72·8	74·4
h_0 =	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7
$b + h_0$ =	14·1	15·7	34·9	36·5	55·7	57·3	76·5	78·1
a_1 bis a_n =	0·4	1·6	20·8	22·4	41·6	43·2	62·4	64
h_0 =	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7	3·7
$a + b_0$ =	4·1	5·3	24·5	26·1	45·3	46·9	66·1	67·7

$$e_s = \frac{2.60}{1000}\left[\frac{0{\cdot}8}{0{\cdot}8+2.3{\cdot}7} + 4{\cdot}6 \log \frac{14{\cdot}1.15{\cdot}7.34{\cdot}9.36{\cdot}5.55{\cdot}7.57{\cdot}3.76{\cdot}5.78{\cdot}1}{4{\cdot}1.5{\cdot}3.24{\cdot}5.26{\cdot}1.45{\cdot}3.46{\cdot}9.66{\cdot}1.67{\cdot}7}\right] \times \frac{2000}{1000} = 1{\cdot}8 \text{ V pro m}.$$

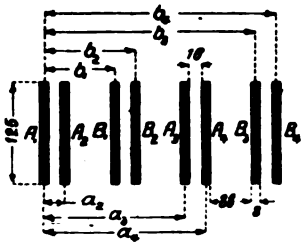


Abb. 8.

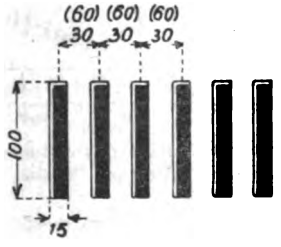


Abb. 9.

Beispiel 2. Die Leitung besteht wiederum aus 16 Barren, in welchen ein Strom von 8000 A bei 45 Per/s fließt.

Abstand der Barren

a) auf eine Strecke von 1·84 m = 3 cm,
b) „ „ „ „ 0·80 m = 6 cm.

Mit Bezug auf die Abb. 9 ist hier

$$h_0 = \frac{h-d}{\pi} = \frac{10-1{\cdot}5}{\pi} = 2{\cdot}7 \text{ cm}.$$

$$a_1 = \frac{d}{2} = 0{\cdot}75.$$

a) b_1 bis b_s =	3	9	15	21	27	33	39	45
h_0 =	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7
$b + h_0$ =	5·7	11·7	17·7	23·7	29·7	35·7	41·7	47·7
a_1 bis a_s =	0·75	6	12	18	24	30	36	42
h_0 =	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7
$a + h_0$ =	3·45	8·7	14·7	20·7	26·7	32·7	38·7	44·7
b) b_1 bis b_s =	6	18	30	42	54	66	78	90
h_0 =	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7
$b + h_0$ =	8·7	20·7	32·7	44·7	56·7	68·7	80·7	92·7
a_1 bis a_s =	0·75	12	24	36	48	60	72	84
h_0 =	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7	2·7
$a + h_0$ =	3·45	14·7	26·7	38·7	50·7	62·7	74·7	86·7

$$e_s = \frac{2.45}{1000}\left[1{\cdot}84\left(\frac{1{\cdot}5}{1{\cdot}5+2.2{\cdot}7} + 4{\cdot}6 \log \frac{5{\cdot}7.11{\cdot}7.17{\cdot}7.23{\cdot}7.29{\cdot}7.35{\cdot}7.41{\cdot}7.47{\cdot}7}{3{\cdot}45.8{\cdot}7.14{\cdot}7.20{\cdot}7.26{\cdot}7.32{\cdot}7.38{\cdot}7.44{\cdot}7}\right) + 0{\cdot}8\left(\frac{1{\cdot}5}{1{\cdot}5+2.2{\cdot}7} + 4{\cdot}6 \log \frac{8{\cdot}7.20{\cdot}7.32{\cdot}7.44{\cdot}7.56{\cdot}7.68{\cdot}7.80{\cdot}7.92{\cdot}7}{3{\cdot}45.14{\cdot}7.26{\cdot}7.38{\cdot}7.50{\cdot}7.62{\cdot}7.74{\cdot}7.86{\cdot}7}\right)\right] \times \frac{3000}{1000} = 2{\cdot}44 \text{ V}.$$

Gemessen wurden 2·39 V.

Anmerkung: Auf die Verschiedenheit der Ströme in den einzelnen Barren, welche ziemlich groß sein dürfte, ist bei den obigen Rechnungen keine Rücksicht genommen. Sehr wahrscheinlich ist auch diese Verschiedenheit zum Teil der Grund, warum der wirkliche Spannungsabfall etwas größer ausfällt.

4. Induktion bei unverkettetem Zweiphasenstrom.

Der Rechnungsgang ist ähnlich wie bei Einphasenstrom. Es seien

$A_1 A_2 A_3 \dots A_n$ die Hinleitungen der Phase I,
$B_1 B_2 B_3 \dots B_n$ „ Rückleitungen „ „ I,
$C_1 C_2 C_3 \dots C_n$ „ Hinleitungen „ „ II,
$D_1 D_2 D_3 \dots D_n$ „ Rückleitungen „ „ II,

ferner

$$a_2 a_3 \dots a_n$$

die Abstände nach den Drähten gleicher Phase und Stromrichtung,

$$b_1 b_2 b_3 \dots b_n$$

die Abstände nach den Drähten gleicher Phase aber entgegengesetzter Stromrichtung,

$$c_1 c_2 c_3 \dots c_n \text{ bezw. } d_1 d_2 \dots d_n$$

die Abstände nach den Drähten der zweiten Phase.

Nimmt man für einen Moment an, die zweite Phase sei stromlos, so würde auf den Leiter A_1 das Feld

$$\Phi_I = \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b_1 b_2 \dots b_n}{r\, a_2 a_3 \dots a_n}\right)$$

einwirken. Dazu kommt aber noch das von den Leitern der zweiten Phase herrührende Feld

$$\Phi_{II} = \frac{Jl}{10} \cdot 4{\cdot}6 \log \frac{d_1 d_2 d_3 \dots d_n}{c_1 c_2 c_3 \dots c_n},$$

das dem ersteren je nach der Reihenfolge der Phasen um 90° vor- oder nacheilt. Beide setzen sich folglich zu einem resultierenden Felde

$$\Phi_r = \sqrt{\Phi_I^2 + \Phi_{II}^2}$$

zusammen. Nun genügt aber eine kleine Nachrechnung, um einzusehen, daß man Φ_{II} gegenüber Φ_I praktisch vernachlässigen kann. In der Tat beträgt der dadurch entstehende Fehler selbst bei der denkbar ungünstigsten Anordnung, Nr. 8, Tabelle II, nur etwa 1%, während er bei allen übrigen unter 0·5% liegt. Infolgedessen können Zweiphasenleitungen wie Einphasenleitungen nach Gleichung 4) berechnet werden. Auf die Durchrechnung eines Beispieles kann verzichtet werden, zumal es an Hand der in Tabelle II zusammengestellten Beispiele ein leichtes ist, den Rechnungsgang zu verfolgen.

5. Induktion bei Drehstrom.

Es seien $A_1 A_2 A_3 \dots$, $B_1 B_2 B_3 \dots$, $C_1 C_2 C_3 \dots$ die Drähte der aufeinanderfolgenden Phasen, J der Strom pro Phase, $a_2 a_3 a_4 \dots$ die Abstände des betrachteten

Digitized by Google

Leiters nach den übrigen gleicher Phase und $b_1 b_2 \ldots$ bezw. $c_1 c_2 \ldots$ diejenigen nach den Drähten der beiden anderen Phasen, wobei sich die Reihenfolge gleich bleibt.

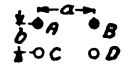
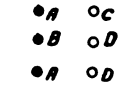
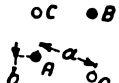
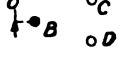
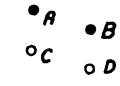
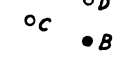
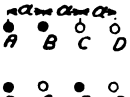
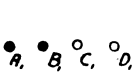
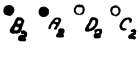
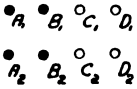
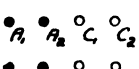
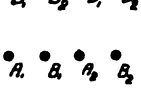
Um auch für diesen Fall die frühere Betrachtungsweise anwenden zu können, denken wir uns zu jeder Leitung eine besondere Rückleitung gezogen und sämtliche Rückleitungen in einen gemeinsamen Strang vereinigt, der von der betrachteten Leitung den Abstand R habe; außerdem werden wir diesen Abstand so groß annehmen, daß R für alle drei Phasen praktisch gleich groß ist. Diese Freiheit ist ohneweiters gestattet, da ja bekanntlich die Summe aller durch die Rückleitung fließenden Ströme gleich Null ist. Durch den Hinzutritt dieser fiktiven Rückleitung wird also an der Sachlage nichts geändert.

Tabelle II. Unverkettete Zweiphasenleitungen.

Induktionskoeffizient pro einfache Hin- oder Rückleitung.

$$L = \frac{l_k}{10^4}(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log x) \text{ Henry/km, oder für } b = a$$

$$L = \frac{l_k}{10^4}\left(y + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right) \text{ Henry/km.}$$

Nr.	Anordnung	Werte von x	y	ε
1		$\frac{a}{r}$	$+0{\cdot}5$	0
2		$\frac{b}{r}$	$+0{\cdot}5$	0
3		$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{r}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
4		$\frac{b}{r}$	$+0{\cdot}5$	0
5		$\frac{a}{r}$	$+0{\cdot}5$	0
6		Für A und $B = \frac{\sqrt{a^2+2b^2}}{r}$ Für C und $D = \frac{a}{r}$	$+1{\cdot}59$ $+0{\cdot}5$	$+0{\cdot}237$ 0
7		$\frac{a}{r}$	$+0{\cdot}5$	0
8		$\frac{2a}{r}$	$+1{\cdot}88$	0·3
9		$\frac{ab}{r\sqrt{a^2+b^2}}$	$-0{\cdot}19$	$-0{\cdot}15$
10		$\frac{a\sqrt{a^2+b^2}}{rb}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
11		$\frac{b\sqrt{a^2+b^2}}{ra}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
12		Für A_1, B_2, C_1 und $D_2 = \frac{3}{2}\frac{a}{r}$ Für A_2, B_1, C_2 und $D_1 = \frac{a}{2r}$	$+1{\cdot}31$ $-0{\cdot}89$	$+0{\cdot}176$ $-0{\cdot}302$

Wir berechnen nun in gewohnter Weise die von den einzelnen Drähten und ihren Rückleitungen erzeugten Felder und erhalten drei um je 120° verschobene resultierende Felder:

$$\Phi_A = \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{R}{r} + 4{\cdot}6 \log \frac{R}{a_2} + 4{\cdot}6 \log \frac{R}{a_3} + \ldots\right)$$

$$= \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log . \frac{R^n}{r\, a_2\, a_3 \ldots a_n}\right),$$

$$\Phi_B = \frac{Jl}{20} . 4{\cdot}6 \log \frac{R^n}{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n},$$

$$\Phi_C = \frac{Jl}{10} . 4{\cdot}6 \log \frac{R^n}{c_1 c_2 c_3 \ldots c_n}.$$

Die beiden letzteren lassen sich wieder in eine Komponente in der Richtung Φ_A und senkrecht dazu zerlegen. Dadurch erhält man an Stelle von drei noch zwei senkrecht aufeinanderstehende Felder

$$\Phi_I = \Phi_A + \Phi_B . \cos 120 + \Phi_C . \cos 240 =$$
$$= \Phi_A - 0{\cdot}5\, \Phi_B - 0{\cdot}5\, \Phi_C$$

oder ausgerechnet

$$\Phi_I = \frac{Jl}{10}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log . \frac{\sqrt{(b_1 b_2 b_3 \ldots b_n)\,(c_1 c_2 c_3 \ldots c_n)}}{r\, a_2\, a_3 \ldots a_n}\right)$$

und

$$\Phi_{II} = \Phi_B \sin 120 + \Phi_C \sin 240 = 0{\cdot}866\, \Phi_B - 0{\cdot}866\, \Phi_C$$

oder ausgerechnet

$$\Phi_{II} = \frac{Jl}{10} . 4 \log . \frac{c_1 c_2 c_3 \ldots c_n}{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n}.$$

Das auf den Leiter A_1 einwirkende resultierende Feld ist somit

$$\Phi_r = \sqrt{\Phi_I^2 + \Phi_{II}^2}.$$

Nun läßt sich leicht nachweisen, daß auch hier wiederum Φ_{II} gegenüber Φ_I vernachlässigt werden darf. Folglich erhält man als Induktionskoeffizient einer einzelnen Leitung oder Phase

$$L = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{\sqrt{(b_1 b_2 b_3 \ldots b_n)\,(c_1 c_2 c_3 \ldots c_n)}}{r\, a_2\, a_3 \ldots a_n}\right) \text{Henry/km} \quad (11).$$

Beispiel: Als Beispiel wählen wir die Anordnung Nr. 5 Tabelle III. Hier ist für die symmetrisch gelegenen Drähte $A_1 A_2$ $C_1 C_2$:

$$a_2 = d; \quad b_2 = b; \quad c_1 = 2b,$$
$$b_1 = c; \quad c_2 = a.$$

daher

$$L_{A_1} = L_{A_2} = L_{C_1} = L_{C_2} = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{\sqrt{b\,.\,c\,2b\,.\,a}}{rd}\right) -$$
$$= \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{b}{rd}\sqrt{2ac}\right)$$

oder wenn $b = a$, also $c = a\sqrt{2}$, $d = a\sqrt{5}$ wird.

$$L_{A_1} = L_{A_2} = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{ra\sqrt{5}}\sqrt{2\,.\,a\,.\,a\sqrt{2}}\right) =$$
$$= \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 - \frac{4{\cdot}6}{2} \log \frac{5}{2{\cdot}82} + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right) =$$
$$= \frac{l_k}{10^4}\left(-0{\cdot}07 + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right).$$

Andererseits erhält man für die Drähte B_1 und B_2

$$a_2 = a, \quad b_1 = b, \quad c_1 = b$$
$$b_2 = c, \quad c_2 = c,$$

also

$$L_{B_1} = L_{B_2} = \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{\sqrt{b\,.\,c\,.\,b\,.\,c}}{ra}\right) =$$
$$= \frac{l_k}{10^4}\left(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log \frac{bc}{ra}\right),$$

oder für $b = a$

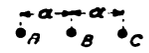
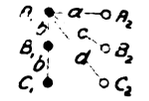
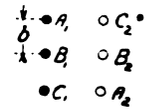
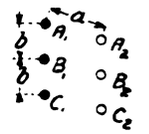
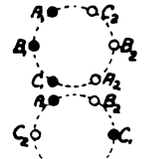
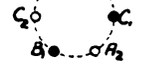
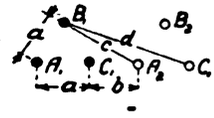
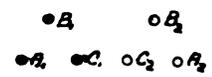
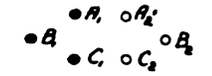
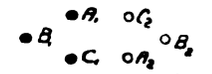
$$L_{B_1} = L_{B_2} = \frac{l_k}{10^4}\left(1{\cdot}19 + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right).$$

Digitized by Google

Tabelle III. Dreiphasenleitungen.

Induktionskoeffizient einer einzelnen Leitung (Phase).

$L = \frac{l_k}{10^4}(0{\cdot}5 + 4{\cdot}6 \log x$, oder für $b = a$ $\quad L = \frac{l_k}{10^4}\left(y + 4{\cdot}6 \log \frac{a}{r}\right)$ Henry/km.

Nr.	Anordnung	Werte von x	y	z
1		Für A und $C = \frac{a\sqrt{2}}{r}$	Für A und $C = +1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
2		Für $B = \frac{a}{r}$	Für $B = +0{\cdot}5$	0
		$\frac{a}{r}$	$-0{\cdot}5$	0
3		Für A_1 und $A_2 = \frac{a}{rb}\sqrt[4]{a^4 + a^2b^2 + b^4}$ Für B_1 und $C_2 = \frac{a}{rb}\sqrt{a+b}\cdot\sqrt[4]{a^2 + ab + b^2}$ Für C_1 und $B_2 = \frac{a}{rb}\sqrt{a-b}\cdot\sqrt[4]{a^2 - ab + b^2}$	—	—
4		Für $A_1, A_2, C_1, C_2 = \frac{b}{ra}\sqrt{2cd}$	$+2{\cdot}34$	$+0{\cdot}4$
		Für $B_1 B_2 = \frac{bc}{ra}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
5		Für $A_1, A_2, C_1, C_2 = \frac{b}{rd}\sqrt{2ac}$	$-0{\cdot}07$	$-0{\cdot}125$
		Für $B_1 B_2 = \frac{bc}{ra}$	$+1{\cdot}19$	$+0{\cdot}15$
6		Für $A_1 C_1 = \frac{b}{ra}\sqrt{2cd}$	$-2{\cdot}71$	$-0{\cdot}48$
		Für $B_1 B_2 = \frac{b}{r}\sqrt{\frac{c}{a}}$	$-1{\cdot}05$	$+0{\cdot}12$
		Für $C_1 A_2 = \frac{b}{r}\sqrt{\frac{2c}{a}}$	$+1{\cdot}74$	$+0{\cdot}27$
7		Für $A_1 B_2 = \frac{b}{rc}\sqrt{ad}$	$+1{\cdot}07$	$-0{\cdot}124$
		Für $B_1 A_2 = \frac{ab}{rc}$	$-0{\cdot}59$	$-0{\cdot}237$
		Für $C_1 C_2 = \frac{ab}{rc}\sqrt{2}$	$-0{\cdot}10$	$-0{\cdot}087$
8			Für $A_1 A_2 C_1 C_2 = +2{\cdot}29$ Für $B_1 B_2 = +0{\cdot}21$	$+0{\cdot}39$ $-0{\cdot}063$
9		—	$-0{\cdot}21$	$-0{\cdot}063$
10		—	$-0{\cdot}21$	$-0{\cdot}063$
11		Für $A_1 C_2 = \frac{a}{r}\sqrt{\frac{(2a+b)d}{(a+b)}}$	$-1{\cdot}18$	$+0{\cdot}148$
		Für $B_1 B_2 = \frac{a}{r(a+b)}\cdot\sqrt{cd}$	$+0{\cdot}64$	$+0{\cdot}03$
		Für $A_2 C_1 = \frac{a}{r(a+b)}\cdot\sqrt{bc}$	$-0{\cdot}34$	$-0{\cdot}182$
12		Für $A_1 A_2 = \frac{a}{r(2a+b)}\cdot\sqrt{(a+b)d}$	$-0{\cdot}03$	$-0{\cdot}115$
		Für $B_1 B_2 = \frac{a}{r(a+b)}\cdot\sqrt{cd}$	$-0{\cdot}64$	$+0{\cdot}03$
		Für $C_1 C_2 = \frac{a}{rb}\sqrt{(a+b)c}$	$+1{\cdot}73$	$-0{\cdot}27$
13		Für $A_1 A_2 C_1 C_2 = \frac{a}{rb}\sqrt{cd}$	$+1{\cdot}5$	$+0{\cdot}22$
		Für $B_1 B_2 = \frac{ad}{re}$	$-0{\cdot}19$	$-0{\cdot}15$
14		Für $A_1 A_2 C_1 C_2 = \frac{a}{rc}\sqrt{bd}$	$+0{\cdot}47$	$-0{\cdot}01$
		Für $B_1 B_2 = \frac{ad}{re}$	$-0{\cdot}19$	$-0{\cdot}15$

Digitized by Google

Dieses Beispiel dürfte genügen. Im übrigen sei auf die Tabelle III verwiesen, welche so ziemlich alle in der Praxis vorkommenden Leitungsanordnungen enthält. Von denselben sind nur die Ausführungsarten Nr. 2, 9 und 10 symmetrisch, alle andern dagegen mehr oder weniger unsymmetrisch. Im allgemeinen hat dies nicht viel zu sagen, da sich diese Unsymmetrie mehr durch eine Verschiedenheit in der Wattaufnahme der drei Phasen bei leerlaufenden Motoren bemerkbar macht. Auch läßt sich dieselbe, wenn absolut nötig, durch Verdrillung, das heißt zyklische Vertauschung der Leitungen, beheben. Das geschieht zum Beispiel bei den Anordnungen Nr. 8, 11, 12 und 13, indem man

A_1 mit B_1, B_1 mit C_1 und C_1 mit A_1

und gleichzeitig

A_2 mit B_2, B_2 mit C_2 und C_2 mit A_2

vertauscht. Gewöhnlich sieht man aber wegen den großen Kosten von der Verdrillung ab.

Wir sehen ferner, daß die Anordnung 11 gegenüber 12 einen etwas kleineren Induktionskoeffizienten besitzt, da der arithmetische Mittelwert von y nur

$$\frac{1}{3}(1{\cdot}18 + 0{\cdot}64 - 0{\cdot}34) = 0{\cdot}493$$

gegenüber

$$\frac{1}{3}(-0{\cdot}03 + 0{\cdot}64 + 1{\cdot}73) = 0{\cdot}78$$

beträgt.

Diese ohnehin kleine Differenz spielt jedoch keine Rolle, da die zweiten Glieder bedeutend überwiegen.

Größere Differenzen weisen die Ausführungen Nr. 8 bezw. 9 und 10 auf, von denen die letzteren beiden wegen der getrennten Anordnung der Phasen vorzuziehen sind. (Schluß folgt.)

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Vorschläge für die Elektrizitätsversorgung Deutschlands macht Baurat Block in weiterer Ausgestaltung der Pläne von Professor Klingenberg*). Es wird vorgeschlagen, durch große Kraftwerke an den Gewinnungsstätten der Kohle die Grundbelastung zu decken. Solche Kraftwerke wären im Saarrevier, im rheinisch-westfälischen Kohlenrevier, im Lausitzer Braunkohlenbezirk, im schlesischen Steinkohlengebiet und in großen Seehäfen zu errichten, ferner wären die Wasserkräfte und die Abwärme der Großindustrie nutzbar zu machen. Hingegen sollen die wirtschaftlich arbeitenden vorhandenen Elektrizitätswerke zur Deckung der Spitzenbelastung dienen. Von den großen Kraftwerken sollen Hochspannungsleitungen großer Leistungsfähigkeit von 100 000 V zu den Hauptverbrauchspunkten führen und von diesen aus Einzelnkraftwerke durch 40 000 bis 70 000 V-Leitungen gespeist werden. In diese Leitungen werden die Transformatorenstationen für die Stromabnahme an größere Bezirke eingeschaltet. Dieser Vorschlag geht von der Erwägung aus, daß es bei großer Benutzungsdauer günstiger ist, die Energie elektrisch zu transportieren, bei niedriger Benutzungsdauer aber der Transport der Kohle vorzuziehen ist. 100 000 V-Leitungen sollen nur dann verwendet werden, wenn sie zur Übertragung großer Leistungen wirklich notwendig sind. Die Sicherheit des Betriebes liegt darin, daß die einzelnen Kraftwerke miteinander in Verbindung stehen, daß sie also auch ausnahmsweise imstande sind, die Grundbelastung mit zu erzeugen; es werden demnach die vorhandenen Einrichtungen für die Elektrizitätsversorgung des Landes ebenso wie die vorhandenen Überlandnetze mitbenutzt werden können.

Durch diesen Vorschlag glaubt der Verfasser ausreichende Betriebssicherheit, Entlastung der Eisenbahnen durch den Kohlentransport und genügende Wirtschaftlichkeit erreicht zu haben, letzteres deshalb, weil die hohen Baukosten der zur Deckung der Grundbelastung dienenden großen Kraftwerke bei ihrer hohen Ausnutzung weniger ins Gewicht fallen und die teuren Erweiterungen der bestehenden Kraftwerke, die sich notwendig erweisen sollten, zum Teil überflüssig werden. Grundbelastungswerke und 100 000 V-Leitungen sollen in der Hand eines Unternehmers sein, der einer beschränkten Zahl von Abnehmern gegenübersteht, die den Strom verteilen. Die Organisation denkt sich der Verfasser wie folgt: Der Staat baut die Grundbelastungswerke und führt den Strom mit 100 000 V bis an geeignete Punkte, dort wird eine Transformatorstation errichtet von einer Gesellschaft, bestehend aus öffentlichen Verbänden, dem Staat und großen Elektrizitätsunternehmungen; sie verteilt den Strom mit 60 000 V, wobei sie den von bestehenden Werken gelieferten Strom mit aufnimmt. Für kleinere Bezirke werden Transformatorenstationen erbaut, von denen aus kommunale Verbände die Verteilung mit 15 000 bis 25 000 V besorgen. Die Großstädte sollen ihre Kraftwerke in den Dienst der Elektrizitätsversorgung stellen; sie sollen den Strom an die Verteilungsgesellschaften verkaufen oder sich an diesen beteiligen. Der Grundbelastungsstrom ist nach einem Grundgebührentarif ab Werk zu verkaufen, wozu noch eine Abgabe pro kW für die Benutzung der 100 000 V-Leitung kommt. (E. T. Z. 39, Heft 15, 1918.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Verwertung minderwertiger Brennstoffe unter den Dampfkesseln. Insbesondere die gegenwärtigen Kriegsverhältnisse bringen es mit sich, daß die Kesselheizanlagen auf minderwertige Brennstoffe angewiesen sind. Solche Brennstoffe sind 1. die Abfallprodukte bei der Gewinnung hochwertiger Brennstoffe, wie Staubkohle, Schlamm und Schmante, Klaub- und Waschberge, Koksstaub und Kokslösche, Braunkohlenlösche; 2. Braunkohlen, Lignite und Torf, die einen verhältnismäßig niedrigen Heizwert besitzen, und 3. Lokomotivlösche. Ein bewährtes Rostsystem zur Verfeuerung solcher Brennstoffe ist der Pluto Stoker*), von welchem bereits mehr als 450 Stück in der Monarchie in Betrieb stehen. Durch wechselseitige Hin- und Herbewegung der Hohlroststäbe wird das Brennmaterial andauernd geschürt, so daß stets neue Kohlenteilchen mit der Verbrennungsluft in Berührung gebracht werden. Zudem sorgen die hohlen Stäbe des Rostes für Zuführung stark vorgewärmter Luft durch zahlreiche, über die ganze Rostfläche verteilte Schlitze. Während auf dem alten Pluto Stoker mit feststehendem Planrost die Verfeuerung von Kokslösche ohne Zusatz von backender Kohle nicht möglich war, da die Kokslösche über den Rost herunterrieselte und einzelne Rostteile freilegte, durch die die Luft in großen Mengen eintrat, geht die Verbrennung bei der neuen Konstruktion des Pluto Stokers mit beweglichem Anhängerost von passender Neigung ordnungsmäßig vor sich. Diese Rostausbildung gestattet auch, bei Ligniten, die infolge ihres geringen Heizwertes von 1700 bis 2000 WE die Anwendung großer Brennstoffhöhen pro Rosteinheit bedingen, günstige Resultate zu erzielen. Um die außerordentlich großen Mengen der bei der Lignitverbrennung anfallenden Rückstände zu bewältigen ohne übergroße Schlackenkammern anordnen zu müssen, wird an Stelle derselben ein mit Wasser gefüllter Sumpf vorgesehen, in welchem kontinuierlich ein Schlackenbagger arbeitet und für die ständige Abführung der Rückstände auf ein Transportband oder dgl. sorgt. Die Verbrennung in großen Schütthöhen ist auch bei Torf notwendig und liefert die Anwendung des Pluto Stokers auch für dieses Material günstige Ergebnisse. Die Rauchkammerlösche, die sich beim Putzen der Lokomotivrauchkammern ergibt, und für die stationären Betriebe der Staatsbahnen immer größere Bedeutung gewinnt, hat in Form und Zusammensetzung große Ähnlichkeit mit der Kokslösche; wie diese läßt sie sich gleichfalls am Pluto Stoker mit günstigem Nutzeffekte verfeuern. Der Pluto Stoker ist an kein bestimmtes Brennmaterial gebunden, er ermöglicht es sogar, mit einem und demselben Rost die verschiedensten Brennstoffe anwenden zu können.

Die Bedeutung des Pluto Stokers als wirtschaftliches Hilfsmittel zur Verwertung minderwertiger Brennstoffe ist in einer kleinen Schrift zusammengefaßt, die vom Verlag der Pluto Stoker Company K. & F. Weiss, Wien, herausgegeben wird. In einer großen Anzahl von tabellarischen Versuchsberichten sind die günstigen Leistungen des Rostes zahlenmäßig ersichtlich gemacht.

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Pumpenantrieb bei den kalifornischen Ölquellen. S. G. Gassaway stellt zwischen den verschiedenen Pumpenbetrieben, die bei den kalifornischen Ölquellen in Verwendung stehen, Vergleiche nach der Wirtschaftlichkeit des Antriebes der Pumpen an, der entweder durch Dampfmaschinen, Gasmaschinen oder Elektromotoren erfolgt. Unter den Kesseln, die Dampf für die Antriebsdampfmaschinen liefern, wird entweder Gas oder Öl verbrannt, die Gasmaschinen nutzen direkt das Gas aus und die Elektromotoren sind an die großen Wasserkraftüberlandzentralen des Landes angeschlossen. Die Untersuchungen erstreckten sich auf 30 Ölbrunnen von 810 bis 1080 m Tiefe, wo mit dem Schwengel gepumpt wird, ferner auf vier Brunnen mit Pumpen durch Windwerke betätigt,

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 335, 635.

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 1005.

Digitized by Google

165 m tief. Die Röhre waren von 37·5 mm innerem Durchmesser, das Öl von 33° B. Die mittlere Tagesbelastung inklusive 20 bis 30 kW für Beleuchtung ist 280 kW, die stärkste 315 kW.

Die Anlagekosten bei elektrischem Antrieb der Brunnen, wobei Strom zu 1 Cent/kWh bezogen wurde, haben 60 900 Doll., die Betriebskosten 43 707 Doll. ausgemacht. Wenn die Elektromotoren an ein eigenes Kraftwerk angeschlossen werden, in dem drei Gasmotorgeneratoren für je 150 kW mit den nötigen maschinellen und sonstigen Einrichtungen vorgesehen waren, so kommen zu den erstgenannten Anlagekosten noch 74 500 Doll. für die Zentrale hinzu; die Betriebskosten stellen sich dann auf 58 879 Doll. Ein Kraftwerk mit zwei 300 kW Curtis-Dampfturbinen kostet nur 58 800 Doll; die Betriebskosten sind 59 647 Doll. Beim Antrieb der Pumpen mittels Gasmaschinen waren die Anlagekosten 85 500 Doll.; der Betrieb kostet 52 265 Doll. Der Betrieb der Pumpen mittels Dampfmaschinen kostet in der Anlage 69 800 Doll. und die Betriebskosten sind 152 182 Doll. Bei diesen Berechnungen sind in die Betriebskosten jene fixen Kosten nicht mitgerechnet, die von der Art des Antriebes unabhängig sind. Auch die Kosten für die Wasserbeschaffung, die in diesen wasserarmen Gegenden nicht niedrig sind, wurden nicht aufgenommen. Der elektrische Antrieb mit Anschluß der Motoren an ein Kraftnetz hat also die niedrigsten Betriebskosten ergeben. Bei Motorantrieb ist die Pumpbewegung eine äußerst regelmäßige, was für die Förderung von günstigster Wirkung ist. (Gen. El. Rev. 20. Nr. 8. 1917.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Elektrifizierung der italienischen Staatsbahnen. Der „Berliner Börsen-Courier" teilt folgende Einzelheiten über die beabsichtigte Umwandlung des Betriebes der italienischen Eisenbahnen mit: Bis zum 30. Juni 1917 waren Staatseisenbahnlinien in einer Ausdehnung von 454 km für den elektrischen Betrieb eingerichtet worden, was gegenüber dem 30. Juni 1916 nur eine Vermehrung um 77 km ausmachte. Der noch in der Bearbeitung befindliche Plan weiterer elektrischer Betriebe erstreckt sich auf die den Apennin durchquerenden Staatsbahnen und einzelne besonders vielbenutzte Linien. Zu den ersteren gehören die Porretta-Bahn, die neue Schnellzugsverbindung Florenz—Bologna, die Linie Rom—Castellamare—Adriatico, Neapel—Foggia, Ovada—Genua und endlich die Linie Ventimiglia—Cuneo, sobald deren Bau fertiggestellt sein wird. Weiter kommt besonders in Betracht die Fertigstellung des elektrischen Betriebes der Hauptlinie Modane—Genua, die bereits zwei elektrische Strecken besitzt, nämlich Modane—Bussoleno und Ronco—Genua. Schließlich beschäftigt man sich mit dem Plane, die Schnellzugsverbindung Neapel—Rom elektrisch zu betreiben. Jedenfalls wird zuerst Bussoleno—Ronco in Angriff genommen werden, da für diesen Betrieb die Vorarbeiten bereits erledigt sind.

Elektrische Apparate.

Einen galvanischen Unterbrecher, der nach dem Prinzipe der elektrolytischen aufgebaut ist, beschreibt Witold Kasperowicz. Als galvanisch leitende Flüssigkeit, die hier die Stelle der elektrolytisch leitenden vertritt, wird Quecksilber verwendet, das sich in zwei ineinander geschobenen Gefäßen aus nichtleitendem Material wie Porzellan, Quarz oder Glas befindet. Die Stromzuführungen tauchen in das Quecksilber ein und eine kleine Öffnung im inneren Gefäß verbindet die beiden Quecksilbermengen. Andere Formen sind ein durch eine Zwischenwand mit Öffnung in zwei Teile geteiltes Gefäß oder ein U-förmiges, an der Biegung stark verengtes Rohr. Bei entsprechender Stärke des durchgehenden Stromes wird der in jedem Falle die Verbindung herstellende Quecksilberfaden zum Verdampfen gebracht und der Strom unterbrochen. Nach der rasch eintretenden Kondensation des Dampfes wird durch das Zurückströmen des weggedrängten Quecksilbers die Verbindung wieder hergestellt und der Vorgang wiederholt sich. Die zur Unterbrechung erforderliche Stromstärke ist von der Dicke, Länge und Gestalt des Fadens, ferner von den Wärmeabgabeverhältnissen (Kühlung) und schließlich vom Druck abhängig. Alle diese Momente können zur Abstimmung herangezogen werden, und zwar nicht nur in bezug auf die zu unterbrechende Stromstärke, sondern auch hinsichtlich der Unterbrechungszahl, in welchem Falle zu den verfügbaren Variablen noch die Spannung hinzukommt. (Phys. Zeitschr. 19, 187, 1918.)

Elektrochemie, Akkumulate.

Über die Instandsetzung gebrauchter galvanischer Elemente. E. Stern. Die sogenannten „Trockenelemente" des Leclanché-Typus sind dauernd betriebsfertig. Zu ihrer Instandhaltung ist vor allem wichtig, daß der Elektrolyt (Salmiaklösung, verdickt durch Weizenmehl, Tragant u. dgl.) dauernd seine pastenartige Beschaffenheit behält. Die sogenannten „Feldelemente" müssen hingegen vor der Ingebrauchnahme durch Einfüllen von Wasser zunächst angesetzt werden; das darin vorhandene Chlorammonium geht in Lösung und nach einigen Stunden ist das Element gebrauchsfertig. In dem gebrauchten Feldelement ist der Zinkbecher stark angegriffen; der festgewordene Elektrolyt, umgibt dann die Kohlenelektrode und kann ohne Verletzung der Elektrode abgewaschen werden. Verfasser untersuchte die Frage, ob die Beutelelektroden für den weiteren Gebrauch noch in Betracht kommen. Zu diesem Zwecke wurden die gereinigten Kohlenelektroden in Zinkbecher eingelassen und eine kalt gesättigte Salmiaklösung eingefüllt. Die gemessene Klemmenspannung variierte bei verschiedenen gebrauchten Elektroden zwischen 0·8 bis 1·4 V. (Ein frisch angesetztes Feldelement hat eine EMK von 1·48 bis 1·50 V bei einem inneren Widerstand von 0·3 bis 0·1 Ω.) Die Elektroden mit über 0·8 V Klemmenspannung sind für den Sprechbetrieb noch brauchbar, so daß zahlreiche Feldelemente mit einfachen Mitteln wieder instandgesetzt werden können. Eine Reihe von Messungen mit solchen Elementen werden mitgeteilt. Bei den Entladungsversuchen sank die Spannung zum Beispiel binnen 2779 min von 1·31 V auf 0·88 V. (Z. f. Elektroch. Heft 7 8, 1918.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schalter.

Messerschalter.

Von R. Naujoks in Frankfurt a. M. rührt ein Messerschalter her, bei dem dem Schaltmesser beim Abschalten eine beschleunigte Bewegung erteilt wird, zwecks Herabsetzung der Lichtbogenbildung an den Kontakten. Der Schaltarm l (Abb. 1) und der Arbeitshebel m sind durch eine Feder k miteinander verbunden; die längliche Lagerstelle q ermöglicht eine kleine Verschiebung des Schaltarmes l in seiner Längsrichtung. An m ist die Gleitrolle n angeordnet. Der Schaltarm l trägt den Isolierkörper b, an dem das Schaltmesser c befestigt ist. Um den Führungsstift d legt sich die Schraubenfeder e, die mit einem Ende am Ansatz f und mit dem anderen gegen das in Nuten h geführte Führungsstück i drückt. i schützt c vor Verdrehen. Bei der Ausschaltbewegung von m wird k gespannt, bis n gegen l stößt und l mit b mitnimmt. Während der Bewegung wird die Feder e so weit zusammengedrückt, bis sich i gegen den Ansatz g legt. Erst nachdem i den Ansatz g erreicht hat, wird c mitgenommen. Die Trennung bei a erfolgt in dem Augenblick, in dem die Spannkraft der Federn e und k den sich verringernden Reibungsdruck der Kontakte a überwiegt. l schnellt unter dem Einfluß von k in die Ausschaltstellung und c erhält durch die frei werdende Druckspannung der Feder e noch eine Zusatzbewegung im Sinne der Schaltrichtung, wodurch die Schaltgeschwindigkeit nach Trennung der Kontakte ganz erheblich erhöht wird. (D. R. P. Nr. 295 187.)

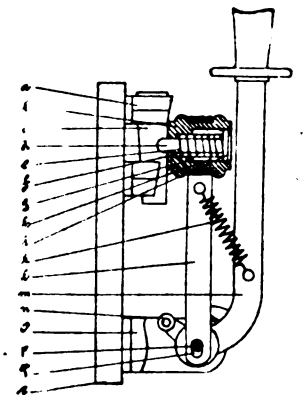


Abb. 1.

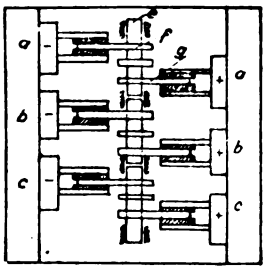


Abb. 2.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin baut einen mehrpoligen elektrischen Schalter für größere Stromstärken bei beschränktem Raum. In Abb. 2 sind a, b, c drei nebeneinander angeordnete, durch Wellen e betätigte, doppelpolige Schalter. Jeder Schalter besitzt Messerkontakte f für den negativen und g für den positiven Pol. Die Messerkontakte erhalten ihren Antrieb durch an ihnen befestigte Lenker, die an einer gemeinsamen Achse angreifen. (D. R. P. Nr. 296 691.)

Eine Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin betrifft Schalter für große Stromstärken mit mehreren Kontaktpaaren, bei denen die Kontakte durch Federdruck aufeinander gepreßt werden. Bei solchen Schaltern

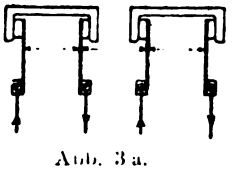


Abb. 3a.

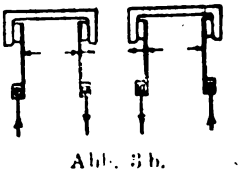


Abb. 3b.

entstehen bedeutende elektrodynamische Kräfte. In Abb. 3 *a* wirken die beiden Stromschleifen derart aufeinander, daß die beiden mittleren Kontaktfedern abgestoßen werden, wodurch das Bestreben entsteht, die zugehörigen Kontakte zu öffnen. Schaltet man dagegen die Kontaktpaare gemäß der Erfindung, so wie es die Abb. 3 *b* zeigt, dann wirken die beiden Stromschleifen kontaktverstärkend aufeinander. (D. R. P. Nr. 305 257.)

Digitized by Google

Steckerschalter.

Eine Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin betrifft einen Steckerschalter mit einem Riegel, der bei offener Steckverbindung die unzulässige Entnahme von Strom erschwert und bei geschlossener Verbindung deren Lösen, solange sie Strom führt, unmöglich macht. Auf der Achse *a* (Abb. 4) des Drehschalters *b* sitzt fest eine Sperrscheibe *c*, in deren Sperrnut *d* die Nase *e* eines Riegels *f* eingreift. Der Riegel steht unter der Wirkung einer Feder *g*, die so kräftig ist, daß er nur durch eine erhebliche Kraft, zum Beispiel mittels einer kräftigen Schraube, in der Richtung *k* verschoben werden kann. Dadurch wird erreicht, daß der Drehschalter, wenn nicht außergewöhnliche Maßnahmen getroffen werden, nicht gedreht werden kann, solange der dauernd am Netz liegende Teil *o* von dem nicht dauernd am Netz liegenden Teil *q* des Steckerschalters getrennt ist. Ist der am Netz liegende Teil *o* mit dem Steckkontakt *q*, der zum Beispiel an einem Motor sitzt, vereinigt, dann steht das Vorderende *h* des Riegels *f* der Schraube *l* und das Hinterende h_1 dem Ausschnitt *m* des Teiles *q* gegenüber. Beim Anziehen von *l* wird *f* aus der Sperrnut der Scheibe *c* herausbewegt, wobei der Teil *l'* der Schraube in das vordere Lager *n* des Riegels und der Teil *h'* in *m* eindringt. Der Schalter *b* kann sodann um etwa 90° in die Einschaltlage gedreht werden. Der Stecker kann nicht mehr aus der Steckdose herausgezogen werden, weil *h'* und *l'* es verhindern. Aber auch wenn Schraube *l* zurückbewegt wird, während sich *b* in der Einschaltlage befindet, kann Riegel *f* den Ausschnitt *m* nicht verlassen, weil sich *e* unter dem Druck von Feder *g* gegen die Seitenfläche der Sperrscheibe *c* anlegt. (D. R. P. Nr. 291 055.)

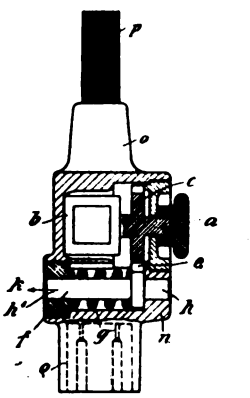
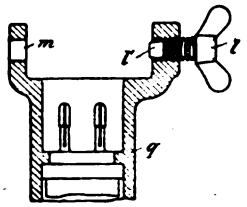


Abb. 4.



Bei einer Steckkupplung für elektrische Leitungen der vorgenannten Firma ist jede Gefahr beim Handhaben der Kupplung durch Anbringung von Hilfskontakten beseitigt. Die Kupplung (Abb. 5) besteht aus den beiden Hälften 1, 2. Die Kabel 3, 4 sind an federnde Kontakthülsen 5, 6 angeschlossen. An den Kupplungshälften sind Hilfskontakte 7, 8 mittels bolzenförmiger Ansätze 9, 10 befestigt. Die Hilfskontakte besitzen steckerförmige Ansätze 11, 12 und federnde Hülsen 13, 14. Die Stromanschlüsse der Kupplungsseiten sind durch Teile der Hilfskontakte verdeckt und dadurch gegen Berührung von außen gesichert. (D. R. P. Nr. 297 820.)

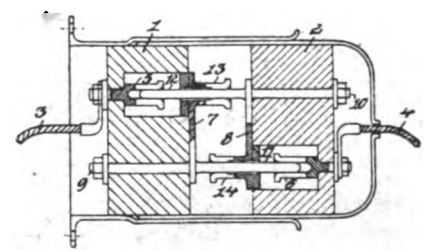


Abb. 5.

Schalter mit Sperrung.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft eine magnetische Sperrung für elektrische Schalter, bei denen ein Einschalten verhindert werden soll, falls auf einer Seite oder auf beiden Seiten des Schalters Spannung vorhanden ist. *c* (Abb. 6 *a*, *b*, *c*) ist die zentrale Welle, die den Schalter betätigt. Auf *c* sitzt die Sperrscheibe *d*. Gegenüber *d* hängt an den Ankern der Elektromagneten *e* und *f* der Sperrhebel *g*, der durch die fest angeordneten Stifte *h*, *i* geführt wird. *f* ist vor dem Schalter, *e* hinter dem Schalter an das Netz angeschlossen. Ist nur auf einer Seite Spannung, so wird entweder *e* oder *f* den betreffenden Anker anziehen und *g* kippt um *i* oder *h* (Abb. 6 *a*, *b*). Erst wenn auf beiden Seiten des Schalters Spannung vorhanden ist, wenn also *e* und *f* gleichzeitig erregt werden, wird *g* so weit gehoben, daß die Sperrnase *k* in die Nut *l* der Sperrscheibe *d* eingreift. Der Schalter ist nunmehr verriegelt und kann nicht betätigt werden (Abb. 6 *c*). (D. R. P. Nr. 291 028.)

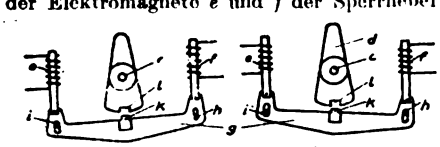


Abb. 6 a.

Abb. 6 b.

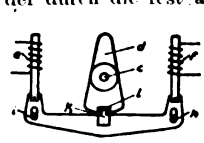


Abb. 6 c.

Quecksilberschalter.

Die Abb. 7 zeigt eine Quecksilberschaltvorrichtung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin. Die Glasballons B_1, B_2 sind durch eine Röhre *R* miteinander verbunden. P_1, P_2, P_3 sind drei in die Wand eingeschmolzene Platindrähte. *Q* ist ein Quecksilberfaden, der in seiner Ruhelage P_1 und P_2 leitend verbindet, bei Verschiebung nach rechts diese Verbindung zunächst aufhebt und bei weiterer Verschiebung eine Verbindung zwischen P_2 und P_3 herstellt. *H* ist ein Heizwiderstand. Wird er durch die Leitungen h_1, h_2 mit Strom beschickt so steigt der Gasdruck in B_1, der Quecksilberfaden wird verschoben und schaltet einen Lokalstromkreis in gewünschter Weise. *K* ist ein Gasdruckausgleichsweg von hohem Widerstand, der die geschilderte Wirkung nicht beeinträchtigt. Wenn jedoch das Quecksilber bei Stromlosigkeit von *H* nicht seine normale Lage hat, dann wirkt *K* so, daß diese Lage eingenommen wird. Eine schlechte Lage des Quecksilberfadens kann dann eintreten, wenn beim Transport das Quecksilber zum Teil in einen Ballon geflossen war und man zur Beseitigung der eingeschlossenen Gasblasen zunächst *H* stark erhitzt, so daß das Quecksilber ganz nach B_2 getrieben worden war. Dieser Vorgang hatte den Zweck, bei Wiederabkühlung von B_1 wenigstens einen zusammenhängenden Quecksilberfaden zu erhalten.

(D. R. P. Nr. 300 482.)

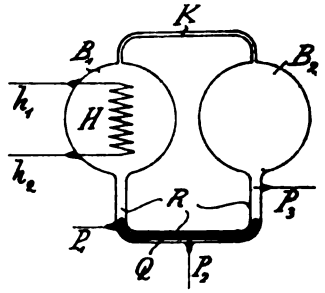


Abb. 7.

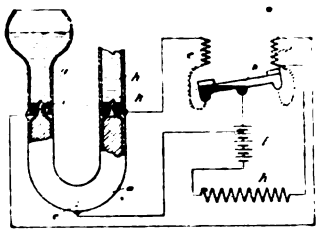


Abb. 8.

Die genannte Firma vermeidet bei offenen Quecksilberschaltern die Oxydation des Quecksilbers dadurch, daß nur der Stromschluß vom offenen Quecksilberschalter bewirkt wird und ihm ein Hilfsschalter zugeordnet wird, der sofort nach Stromschluß selbsttätig die Quecksilberkontakte vom Strom entlastet, so daß sie stromlos geöffnet werden können. Der offene Quecksilberschalter *a* (Abb. 8) ist hier zum Steuern einer Heizvorrichtung benutzt und die Unterbrechung des vom offenen Quecksilberschalter eingeschalteten Stromes findet in dem den Heizkörper *h* schaltenden Quecksilber-Kippschalter *b* statt, der von den beiden Spulen *c* (Einschaltspule) und *d* (Ausschaltspule) gesteuert wird. Der Steuerstrom wird von einem Teil der Stromquelle hergegeben und nimmt folgenden Verlauf: Steigt das Quecksilber in *h*, dann tritt Kontakt ein zwischen ihm und dem Quecksilber *k*; dadurch nimmt der Batteriestrom den Weg *f*, *b*, *c*, *k*, *a*, *e*, *f*, *b* kippt und schaltet den Heizkörper *h* ein, sowie den Steuerstrom zwischen *c* und *f* ab. Wird bei *i* Kontakt gemacht, dann wird die Ausschaltspule *d* erregt und durch *b* sowohl der Steuerstrom in *d* als auch der Heizstrom abgeschaltet.

(D. R. P. Nr. 301 595.)

(Fortsetzung folgt.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Raumwinkel- und Lichtstromkugel, ein Meß- und Hilfsgerät zur Bestimmung von Raumwinkeln, von Lichtströmen und Beleuchtungsstärken, von J. Teichmüller, Heft 23 d. J.

Herr Ing. Paul Högner von der Firma Körting & Mathiesen in Leipzig macht mich im Hinblick auf meinen Aufsatz „Raumwinkel- und Lichtstromkugel...“ darauf aufmerksam, daß auch er ein Verfahren zur Berechnung von Beleuchtungsstärken mit Hilfe von Lichtströmen und Flächen angegeben habe. Mir sind die wertvollen Arbeiten des Herrn Högner auf dem Gebiete der Beleuchtung wohl bekannt, aber es war mir, als ich meinen Aufsatz schrieb, nicht mehr in der Erinnerung, daß Herr Högner ein Lichtstromverfahren methodisch durchgebildet gehabt hätte. Jetzt habe ich mich wieder davon überzeugt, daß es der Fall war; der das Verfahren behandelnde Aufsatz steht in der E. T. Z. 1910, S. 237. Ich bedauere in meinem Aufsatze neben dem Blochschen nicht auch das Högnersche Verfahren erwähnt zu haben, welch letzteres gerade auch im Vergleich mit dem meinen recht interessant ist.

Karlsruhe, den 24. Juni 1918. *J. Teichmüller.*

Berichtigung.

Die Entwicklung der Turbogeneratoren. (E. u. M. 1918, Heft 21, Seite 246.)

In den letzten zwei Zeilen der Tabelle sind unrichtige Zahlen unterlaufen, die nachstehend richtiggestellt werden:

	1903	1905	1907	1909	1911	1913	1915	1917
kWh pro 1 kg Kohle (7400 WE)	0·9	1·0	1·17	1·25	1·34	1·54	1·76	1·83
WE pro kWh	8270	7400	6320	5920	5556	4800	4200	4040

Personalnachricht.

Direktor Josef Rochlitzer †. Am 25. Juni d. J. ist der Direktor der Graz-Köflacher Eisenbahn- und Bergbaugesellschaft, Josef Rochlitzer, in Wien verstorben.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
21. Juli 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 29.
36. Jahrgang.

INHALT:

Induktion und Kapazität von Leitungen. Von J. Fischer-Hinnen, Oerlikon (Schluß) . . 325

Rundschau 330
Literatur-Bericht 331

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 331
Vereinsnachrichten 332

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Induktion und Kapazität von Leitungen.

Von **J. Fischer-Hinnen**, Oerlikon.

(Schluß von Heft 28, Seite 322.)

II. Die Kapazität.

1. Allgemeine Erklärungen.

Etwas weniger einfach liegt die Sache mit der Kapazität. Doch sind die Schwierigkeiten mehr scheinbar und rühren zum Teil daher, daß über den Begriff Kapazität noch eine gewisse Unsicherheit herrscht. Es handelt sich eben hier nicht mehr um einen eindeutigen Begriff, der sich durch eine einzige starre Definition umschreiben läßt, vielmehr sind verschiedene Auffassungen zulässig. Gerade diese Vieldeutigkeit hat aber das Gute, daß sie gestattet, ein und dasselbe Problem auf verschiedene Weise in Angriff zu nehmen, wodurch sich mitunter bedeutende mathematische Vereinfachungen ergeben. Wir werden uns daher mit mehreren Methoden befassen.

Um zu einer allgemeinen Grundlage zu gelangen, seien zunächst einige Erklärungen bezüglich des Potentialbegriffes vorausgeschickt.

Denken wir uns dicht an die Oberfläche einer mit der Ladung Q versehenen Kugel vom Radius r_1 eine frei bewegliche gleichartige Einheitsladung herangebracht, so wird dieselbe nach dem Coulombschen Gesetze mit der Kraft

$$P = \frac{Q \cdot 1}{\varepsilon r_1^2} \text{ Dyn} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12)$$

(ε = Konstante, welche von der Natur des umgebenden Mediums abhängt), abgestoßen und bei ihrer Bewegung bis zu einer Distanz r_2 eine Arbeit leisten, welche sich zu

$$V = \int_{r_1}^{r_2} P\,dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q}{\varepsilon r^2}\,dr = \frac{Q}{\varepsilon}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \text{Erg} \quad 13)$$

berechnet. Genau der gleiche Betrag müßte aufgewendet werden, um die Ladung wieder nach der Kugel zurückzubringen.

Dieser Ausdruck erreicht einen maximalen Wert

$$V = \frac{Q}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{r_1} \text{ für } r_2 = \infty,$$

das heißt, wenn sich die Ladung bis ins Unendliche entfernen kann. In diesem Falle stellt V überhaupt das gesamte der Ladung 1 gegenüber der Ladung Q innewohnende „Arbeitsvermögen" oder mit anderen Worten das „Potential" der beiden Ladungen dar. Es liegt auf der Hand, daß wir infolge unserer beschränkten terrestrischen Verhältnisse nur einen Teil dieses gesamten Arbeitsvermögens ausnutzen können; infolgedessen handelt es sich bei allen hier vorkommenden Aufgaben stets nur um Potentialdifferenzen.

Wir wollen nun annehmen, beide Ladungen seien an metallische Leiter, der Einfachheit halber metallische Kugeln, gebunden, und zwar besitze die Kugel A die Ladung $+Q$ und B die Ladung -1, dann findet zwischen beiden eine Anziehung statt. Trotzdem kann diesmal keine Bewegung der Elektrizität zustande kommen, weil das Dielektrikum wohl den von den elektrischen Massen ausgehenden „Kraftstrom" durchläßt, für die Elektrizität selbst aber einen mehr oder weniger vollkommenen Isolator bildet. Nichtsdestoweniger besitzen beide Ladungen ein bestimmtes Arbeitsvermögen, das sofort frei wird, sobald man die Kugeln durch einen Leiter miteinander verbindet. Es wandert dann die negative Ladung, die wir uns allein als beweglich vorzustellen haben, durch die Leitung nach A, womit ihr Arbeitsvermögen erschöpft ist.

Nun ist unschwer einzusehen, daß diese Arbeit genau gleich jener sein muß, welche erforderlich wäre, um die Ladung durch das Dielektrikum hindurch von A nach B oder umgekehrt zu bewegen. Da die Ladung auf der Kugel B gleichmäßig über die Oberfläche verteilt ist und sich demnach so verhält, als ob sie im Mittelpunkte angebracht wäre, wird bei ihrer Bewegung von B nach der Oberfläche von A ein Weg $r_2 - r_1$ zurückgelegt, wenn r_2 den Abstand der Kugelmitten bedeutet. Wir können also die Arbeit sofort mit Hilfe der Gleichung 13) berechnen.

Etwas verwickelter ist die Sache, wenn wir uns an Stelle der beiden Kugeln zwei Platten denken. Hier versagt die bisherige Rechnungsweise und es muß zu einer anderen Methode gegriffen werden. Zu diesem Zwecke multiplizieren wir Zähler und Nenner der Gleichung 12) mit 4π; dann kann der im Zähler stehende Ausdruck $4\pi Q$ nach der Faradayschen Anschauungsweise als die Gesamtzahl der von der Ladung Q austretenden elektrischen Kraftlinien aufgefaßt werden. Andererseits stellt $4\pi r^2 = S$ im Nenner die Oberfläche der um die Ladung gedachten Kugelfläche oder, allgemein gesprochen, die senkrecht zur Kraftlinienrichtung gemessene Fläche vor, folglich der Quotient aus beiden die Liniendichte B_e des elektrischen Feldes. Wir gelangen daher zu zwei neuen Beziehungen

$$V = Q \int_{r_1}^{r_2} \frac{4\pi}{\varepsilon} \cdot \frac{dr}{S} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14)$$

und

$$V = \int_{r}^{r_2} \frac{B_e}{\varepsilon} \cdot dr^{*}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15),$$

*) Der Quotient $\frac{B_e}{\varepsilon} = H$ wird gewöhnlich als „Feldstärke" bezeichnet. Dabei muß man sich aber hüten, dieselbe etwa mit der Felddichte oder Liniendichte zu verwechseln. Der Unter-

Digitized by Google

von denen hauptsächlich die erstere höchst merkwürdig ist. In dieser Schreibweise bedeutet nämlich das Integral nichts anderes als die Arbeit, welche bei der Verschiebung zweier Einheitsladungen um die Strecke $r_2 - r_1$ geleistet wird. Außerdem erkennt man in ihm unschwer den Ausdruck eines Widerstandes, und zwar in unserem Falle des Widerstandes des elektrischen Kraftflusses. Damit ist aber auch gleichzeitig die Bedeutung der etwas mysteriösen Dielektrizitätskonstanten ε als spezifische dielektrische Leitfähigkeit festgelegt. Um die Eigenschaft eines Widerstandes noch besser zum Ausdruck zu bringen, werden wir das Integral kurzerhand mit R bezeichnen, wobei der wahre Wert von R jederzeit aus Gleichung 14) berechnet werden kann.

Wir haben es bisher absichtlich vermieden, von Kapazität zu sprechen. In der Tat lag kein Grund vor, den uns vertrauteren Begriff des Widerstandes durch einen anderen zu ersetzen. Nun gibt es aber einzelne Fälle, wo es vorteilhafter ist, statt mit dem Widerstande, mit seinem reziproken Werte der Leitfähigkeit zu rechnen. Führen wir für dieselbe die Bezeichnung $C = \frac{1}{R}$ ein, so nimmt die Gleichung 14) die uns bekannte Form

$$V = Q\,R = \frac{Q}{C}\text{*)} \quad \ldots\ldots \quad 16)$$

an, worin man sich unter C die dielektrische Leitfähigkeit, oder wenn schon ein Fremdwort gebraucht werden soll, die Kapazität vorzustellen hat. Dabei hat man sich zu erinnern, daß bei Parallelschaltung von Leitfähigkeiten oder Kapazitäten die gesamte Leitfähigkeit

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \ldots \quad \ldots\ldots \quad 17)$$

ist, während umgekehrt bei der Hintereinanderschaltung

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots} \quad \ldots \quad 18)$$

wird.

Beispiel 1: Man berechne die Kapazität einer Kugel vom Radius r_1 gegen die Erde. Es ist dies eines der wenigen Beispiele, wo man direkt von Gleichung 13) ausgehen kann.

Da für r_2 der Abstand der Kugel von der Erdmitte einzusetzen ist, kann offenbar $\frac{1}{r_2}$ gegenüber $\frac{1}{r_1}$ vernachlässigt werden. Ferner ist ε für die Luft gleich 1. Wir erhalten daher

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{r_1} \text{ oder } C = r_1\,(\text{ESE}) = \frac{r_1}{9 \cdot 10^{11}} \text{ Farad.}$$

schied läßt sich am besten an Hand eines Beispieles aus der Beleuchtungstechnik erklären. Besitzt ein Körper die Lichtstärke J, so können wir uns vorstellen, daß von ihm ein Lichtstrom $4\pi J$ (Lichtlinien oder Strahlen) ausgehen. Folglich wird im Abstande r eine Strahlen-(Linien-)dichte $B_1 = \frac{4\pi J}{4\pi r^2} = \frac{J}{r^2}$ entstehen, und zwar unabhängig davon, ob der Lichtkörper in einem Zimmer oder im Freien bei Nebel aufgestellt ist. Die eigentliche Beleuchtung, das heißt die physiologisch wahrnehmbare Lichtwirkung oder Lichtstärke (vergleichbar mit der Feldstärke) ist aber nur $\frac{B_1}{\lambda}$, wo λ eine von der Lichtdurchlässigkeit des umgebenden Mediums abhängige Konstante bedeutet.

*) Die gleiche Betrachtungsweise ist natürlich auch auf die bewegte Elektrizität, das heißt den elektrischen Strom anwendbar, sofern man die Dielektrizitätskonstante durch die Leitfähigkeit des Leiters ersetzt. Dividiert man ferner beide Seiten der Gleichung 16) durch die Zeit t, so erhält man links die EMK, das heißt die auf die Zeiteinheit bezogene Arbeit und rechts das Produkt aus $\frac{Q}{t} = J$ mal dem Widerstande (Ohmsches Gesetz).

Beispiel 2: Man bestimme die Kapazität eines aus zwei parallelen Platten gebildeten Kondensators (Abb. 10). Wir benutzen Gleichung 14), worin wir für S die Fläche einer Platte einsetzen. Da S einen konstanten Wert beibehält, wird

$$R = \int_{r_1}^{r_2} \frac{4\pi}{\varepsilon}\,\frac{dr}{S} = \frac{4\pi}{\varepsilon S}\,(r_2 - r_1) \quad \ldots\ldots \quad 19)$$

oder

$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi\,(r_2 - r_1)} = \frac{\varepsilon S}{4\pi\delta}\,(\text{ESE}) \quad \ldots\ldots \quad 20).$$

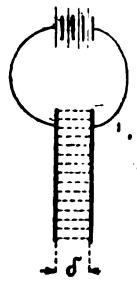


Abb. 10.

Beispiel 3: Kapazität eines konzentrischen Kabels. Da die elektrischen Kraftlinien hier radial verlaufen, so ist die senkrecht zur Kraftlinienrichtung gemessene Fläche (nach Abb. 11) im Abstand r

$$S = 2\pi r l \qquad l = \text{Länge des Kabels in cm,}$$

somit

$$R = \frac{1}{C} = \int_{r_1}^{r_2} \frac{4\pi}{\varepsilon} \cdot \frac{dr}{2\pi r l} = \frac{2}{\varepsilon l} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

oder

$$C = \frac{\varepsilon l}{2}\,\frac{1}{\ln \frac{r_2}{r_1}}\,(\text{ESE}) \quad \ldots\ldots \quad 21).$$

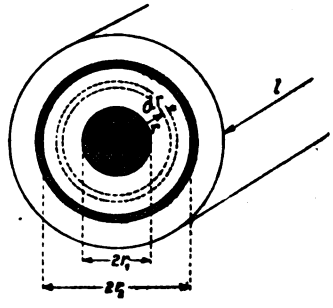


Abb. 11.

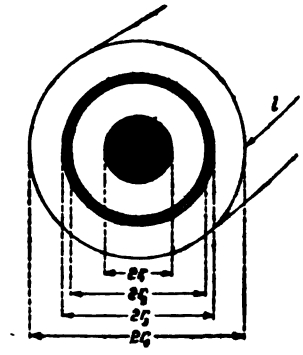


Abb. 12.

Die gleiche Gleichung erhält man für die Kapazität eines Einfachkabels gegen den Bleimantel. Ist der letztere von der Erde isoliert, so haben wir den Fall zweier in Serie geschalteter Kapazitäten vor uns. Mit Bezug auf Abb. 12 ist daher die Kapazität gegen die Erde

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} = \frac{\varepsilon l}{2\left(\frac{r_2}{r_1} + \frac{r_2}{r_2}\right)}\,(\text{ESE}) \quad \ldots \quad 22).$$

Beispiel 4: Als Beispiel für die Parallelschaltung von Kapazitäten soll die Kapazität zweier unter einem spitzen Winkel zueinander stehender Platten (Abb. 13) bestimmt werden.

Zu diesem Zwecke denken wir uns das Feld aus unendlich vielen Schichten vom Querschnitte $b\,dx$ und variabler Länge

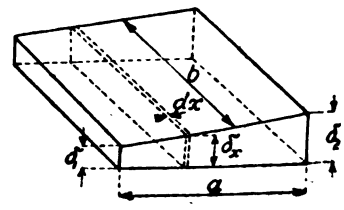


Abb. 13.

$$\delta_x = \delta_1 + (\delta_2 - \delta_1)\,\frac{x}{a}$$

zerlegt; dann ist die Kapazität einer solchen Schicht

$$dC = \frac{4\pi}{2}\,\frac{b\,dx}{\delta x} = \frac{4\pi}{\varepsilon}\,\frac{b\,dx}{\delta_1 + (\delta_2 - \delta_1)\frac{x}{a}},$$

und da die gesamte Kapazität gleich der Summe der Einzelkapazitäten ist, folgt, indem man zwischen den Grenzen $x = o$ bis $x = a$ integriert,

$$C = \frac{4\pi}{\varepsilon}\,\frac{ab}{\delta_2 - \delta_1}\,\ln\frac{\delta_2}{\delta_1} \quad \ldots\ldots \quad 23).$$

Alle bisher behandelten Beispiele ließen sich entweder direkt mit Hilfe des Potentialbegriffes, Gleichung 16), oder auf dem Umwege über den

Digitized by Google

dielektrischen Widerstand lösen. Nun gibt es aber noch eine Reihe von praktisch wichtigen Beispielen, bei denen man auf diese Weise nur unter Aufwendung eines komplizierten mathematischen Apparates zum Ziele käme. Es sind dies die Freileitungen und Mehrfachkabel, mit denen wir uns im nachstehenden etwas eingehender befassen werden. Zu ihrer Lösung benützen wir die Gleichung 15).

2. Kapazität von Einphasenleitungen.

Wir betrachten zunächst den einfachsten Fall einer aus Hin- und Rückleitung gebildeten Schleife $A\,B$ (Abb. 14), auf welcher sich die Elektrizitätsmenge $+Q$ und $-Q$ befindet. Um hiefür die Potentialdifferenz zu berechnen, genügt es, die Arbeit zu bestimmen, welche es braucht, eine Einheitsladung von A nach B zu bringen.

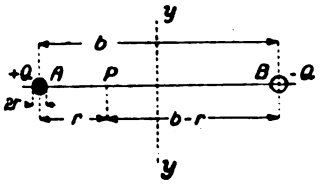


Abb. 14.

Befindet sich beispielsweise die Ladung in P (Abb. 14), so wirkt auf dieselbe sowohl die von A erzeugte

$$\text{Feldstärke } H_A = \frac{B_A}{\varepsilon} = \frac{4\pi Q}{\varepsilon 2\pi r l}$$

als auch die von B herrührende

$$\text{Feldstärke } H_B = \frac{B_B}{\varepsilon} = \frac{4\pi Q}{\varepsilon 2\pi (b-r) l}$$

ein.

Beide äußern sich nach der gleichen Richtung hin und erzeugen eine resultierende Feldstärke

$$H = \frac{B_A}{\varepsilon} + \frac{B_B}{\varepsilon} = \frac{2Q}{\varepsilon l}\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{b-r}\right).$$

Setzt man diesen Wert in Gleichung 15) ein und berücksichtigt, daß ε für die Luft gleich 1 ist, so folgt

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{2Q}{l}\int_{r}^{b-r}\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{b-r}\right)dr = \frac{4Q}{l}\ln\frac{b}{r},$$

also Kapazität der ganzen Schleife

$$C = \frac{1}{4\ln\frac{b}{r}}\,(\text{ESE}) = \frac{0{\cdot}012\,l_k}{\log\frac{b}{r}}\,\mu\text{F} \quad \ldots \quad 24).$$

Es ist nun zu beachten, daß sich bei mehr als zwei Leitern die Ladungen der verschiedenen Leitungen gegenseitig beeinflussen. Infolgedessen werden auch die Kapazitäten im allgemeinen etwas voneinander abweichen. Das hat wiederum zur Folge, daß sich auch die Ladungen ungleichmäßig verteilen. Wollte man allen diesen verwickelten Erscheinungen Rechnung tragen, so würde man zu äußerst komplizierten, praktisch völlig unhandlichen Gleichungen gelangen. Wir werden deshalb einen Mittelweg einschlagen, das heißt eine gleichmäßige Verteilung der Ladung voraussetzen, dagegen die Kapazität ähnlich wie wir dies bezüglich der Induktion hielten, auf einen einzelnen Leiter beziehen und die Umrechnung auf ganze Schleifen erst am Ende vornehmen. In diesem Falle ist demnach als Kapazität eines einzelnen Drahtes die dielektrische Leitfähigkeit bis zur mittleren Äquipotentialfläche $y\,y$ (Abb. 14) zu verstehen.

Da im Falle einer einfachen Schleife beide Teilkapazitäten hintereinandergeschaltet sind, so ist jede doppelt so groß als Gleichung 24) angibt.

Ferner muß bei einer genaueren Rechnung auch die Kapazität gegen die Erde berücksichtigt werden, was am einfachsten mit Hilfe der von Lord Kelvin aufgestellten Vorstellung der „Elektrischen Spiegelbilder" geschieht.

Befindet sich die mit der Ladung Q versehene Leitung im Abstande h (Abb. 15) von der Erde, welche als Rückleitung dient, so ist die Feldverteilung gerade so, als ob die Rückleitung durch eine zweite Leitung im Abstande

$$h' = h\,\frac{R}{R+h} \quad \ldots \quad 25)$$

von der Erdoberfläche erfolge, das heißt die Punkte A und A' verhalten sich mit Bezug auf den Kreisumfang wie konjugierte Punkte. Da nun im Falle der Erde h gegenüber R im Nenner vernachlässigt werden kann, so wird

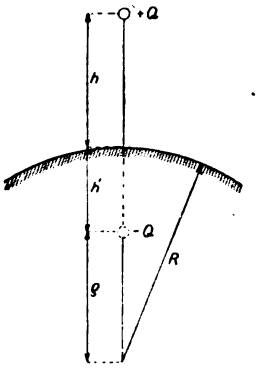


Abb. 15.

$$h' = h,$$

somit der Abstand zwischen der wirklichen und fiktiven Leitung gleich $2h$. Es genügt also in Gleichung 24) b durch $2h$ zu ersetzen und die rechte Seite mit 2 zu multiplizieren, das heißt es ist die Kapazität zwischen einer Leitung und der Erde.

$$C = \frac{1}{2\ln\frac{2h}{r}}\,(\text{ESE}) = \frac{0{\cdot}024\,l_k}{\log\frac{2h}{r}}\,\mu\text{F} \quad \ldots \quad 26).$$

Beispiel: Die Gleichung 26) kann auch zur approximativen Berechnung der Kapazität eines Fahrdrahtes in einem Tunnel (gegen die Erde) benutzt werden, wenn man für h den kürzesten Abstand des Drahtes von der Tunnelwand einsetzt.

Im Tunnel zwischen Kandersteg und Goppenstein der Lötschbergbahn (Länge $l_k = 14{\cdot}7$ km) hat der Fahrdraht einen Querschnitt von 100 mm² (fiktiver Radius $r_1 = 0{\cdot}565$ cm) und ist an einem Tragdraht von 8·5 mm ($r_2 = 0{\cdot}425$ cm) aufgehängt. Die kürzesten Abstände sind in den Aufhängepunkten

$$h_1 = 55\text{ cm}; \qquad h_2 = 40\text{ cm}.$$

Nach Gleichung 26) ist daher

$$C_1 = \frac{0{\cdot}024 \,.\, 14{\cdot}7}{\log\frac{2 \,.\, 55}{0{\cdot}565}} = 0{\cdot}154; \qquad C_2 = \frac{0{\cdot}024 \,.\, 14{\cdot}7}{\log\frac{2 \,.\, 40}{0\,425}} = 0{\cdot}155\,\mu\text{F},$$

somit gesamte Kapazität $C = C_1 + C_2 = 0{\cdot}31\,\mu$F.

Gemessen wurden beim Fahrdraht links 0·262 µF, beim Fahrdraht rechts 0·275 µF. (Die vorstehenden Angaben verdanke ich Herrn Burlet, bauleitender Ingenieur der S. B. B.) Die Differenz mag zum Teil davon herrühren, daß der Abstand infolge des Durchhanges in Wirklichkeit größer war. Ferner hatte der Fahrdraht eine vom Kreis stark abweichende Form.

Die Bedeutung der „Teilkapazitäten" geht am besten aus folgendem interessanten Beispiele hervor:

Beispiel: Anläßlich eines Versuches mit den Lokomotiven der Chemin de Fer du Midi auf der Lötschberglinie zeigte es sich, daß die Fahrleitung der Lokomotivremise Spiez, auch wenn sie vollständig von der Hauptleitung abgeschaltet wurde, gegen die Erde eine Spannung von 10 000 V aufwies*). Die dortige Anordnung läßt sich etwa durch das Schema Abb. 16 darstellen, worin A den unter Spannung stehenden Fahrdraht und B die Remisenleitung bedeutet.

*) Diese Erscheinung wurde übrigens schon bei den ersten Probefahrten der Lötschbergbahn beobachtet und hätte beinahe zu einem Unfalle geführt, indem ein Monteur vom Dache einer in der Remise befindlichen Lokomotive geschleudert wurde. Da sich der Vorfall gerade im Momente ereignete, als ein Zug vorbeifuhr, so schrieb man denselben der Induktion zu und unterließ es bedauerlicherweise, die Spannung zu messen.

Auf die gleichen Ursachen läßt sich ferner die Erscheinung zurückführen, daß die von der Fahrleitung aus gespeisten Umformer für die Stationsbeleuchtungen auch in ausgeschaltetem Zustande noch eine Spannung von zirka 10 000 V gegen die Erde haben.

Digitized by Google

Wir haben somit den Fall zweier in Serie geschalteter Kapazitäten C_1 und C_2 vor uns, deren Mitte die Remisenleitung angeschlossen ist. Da sich die Teilspannungen wie die dielektrischen Widerstände verhalten, also

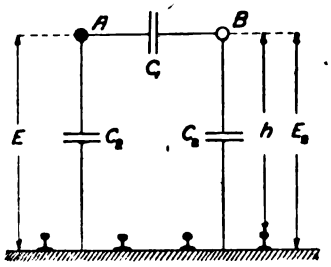


Abb. 16.

$$E_2 : E = \frac{1}{C_2} : \left(\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_1}\right),$$

so wird

$$E_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} \cdot E \quad \ldots \quad 27).$$

Nun ist angenähert $b = 800$ cm (im Mittel)

$h = 670$ cm

$r = 0{\cdot}4$ cm

$E = 15\,000$ V, $c = 15$ Per/s,

somit

$$E_1 = \frac{0{\cdot}012 \cdot l_k}{\log \frac{800}{0{\cdot}4}} = 0{\cdot}00364\, l_k\ \mu F,$$

$$C_2 = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{\log \frac{2{\cdot}670}{0{\cdot}4}} = 0{\cdot}00682\, l_k\ \mu F$$

und daraus

$$E_2 = \frac{0{\cdot}00364}{0{\cdot}00364 + 0{\cdot}00682} \cdot 15\,000 = 5100\ V,$$

also nur etwa die Hälfte der wirklich gemessenen Spannung. Es ist indessen zu bemerken, daß die Gleichung 27) nur unter der ausdrücklichen Bedingung gilt, daß die Isolationswiderstände unendlich groß sind. Denken wir uns dagegen zwischen A und B einen Ohmschen Widerstand von R $M\Omega$ eingeschaltet, so tritt an Stelle von Gleichung 27) die vollständigere Gleichung

$$E_2 = \frac{C_1}{\sqrt{C_1^2 + \frac{2\,C_1 C_2 - C_2^2}{1 + \left(\frac{1}{R 2\pi c C}\right)^2}}} \cdot E.$$

Setzen wir, um irgend eine Zahl zu wählen, $R = 10\ M\Omega$, $l_k = 0{\cdot}15$ km, also $C_1 = 0{\cdot}00055$, $C_2 =$ rund $0{\cdot}001$, so erhalten wir eine Teilspannung

$$E_2 = \frac{0{\cdot}00055 \cdot 15\,000}{\sqrt{0{\cdot}00055^2 + \frac{2 \cdot 0\,00055 \cdot 0{\cdot}001 + 0\,001^2}{1 + \left(\frac{1}{10 \cdot 2\pi \cdot 15 \cdot 0\,00055}\right)^2}}} = 9500\ V,$$

was der Wirklichkeit bedeutend näher kommt.

Das voranstehende Beispiel ist auch insofern lehrreich, als es zeigt, welche Fehler entstehen können, wenn man bei derartigen Rechnungen den Isolationswiderstand vernachlässigt. Streng genommen müßte auch noch der Widerstand der Leitung B gegen die Erde in die Rechnung einbezogen werden, wodurch dieselbe aber außerordentlich kompliziert würde.

Wir gehen nun zu dem allgemeinen Falle einer Leitung von beliebiger Leiterzahl $A_1 A_2 A_3 \ldots B_1 B_2 B_3 \ldots$ über, welche alle von einem gleichen Strom durchflossen sind. Es liegt also hier ein System arbeitsfähiger, elektrischer Massen vor, dessen Arbeitsvermögen mit Bezug auf die Ladung eines bestimmten Leiters gleich der algebraischen Summe der Arbeitsvermögen aller übrigen Ladungen gegenüber dieser Ladung ist. Dabei liefern die Ladungen ungleichen Vorzeichens positive, diejenige gleichen Vorzeichens negative Arbeitsbeiträge.

Mit Bezug auf den Leiter A_1 ist daher

$$V_1 = \frac{Q}{C_{A_1 B_1}} + \frac{Q}{C_{A_1 B_2}} + \frac{Q}{C_{A_1 B_3}} \ldots - \frac{Q}{C_{A_1 A_2}} - \frac{Q}{C_{A_1 A_3}} - \frac{Q}{C_{A_1 A_4}} \ldots \quad 28).$$

Andererseits folgt aus Gleichung 28)

$$C_{A_1 B_1} = \frac{l}{4 \ln \frac{b_1}{r}};\quad C_{A_1 B_2} = \frac{l}{4 \ln \frac{b_2}{r}};\quad C_{A_1 B_3} = \frac{l}{4 \ln \frac{b_3}{r}}$$

usw.

$$C_{A_1 A_2} = \frac{l}{4 \ln \frac{a_2}{r}};\quad C_{A_1 A_3} = \frac{l}{4 \ln \frac{a_3}{r}};\quad C_{A_1 A_4} = \frac{l}{4 \ln \frac{a_4}{r}}$$

usw.,

wobei wie früher die Abstände nach den Drähten gleicher Stromrichtung mit $a_2\, a_3\, a_4 \ldots$, diejenigen nach Drähten entgegengesetzter Stromrichtung mit $b_1\, b_2\, b_3 \ldots$ bezeichnet werden. Diese Werte in die Gleichung 24) eingeführt, gibt

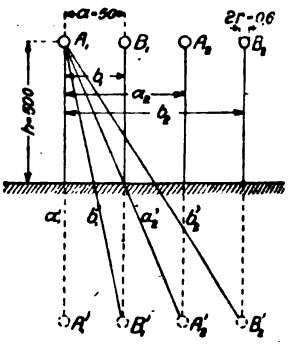


Abb. 17.

$$V_1 = \frac{4\,Q}{l} \cdot \ln \frac{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n}{r\, a_2 a_3 \ldots a_n}.$$

Dazu käme noch das Potential der Spiegelbilder (Abb. 17).

$$V_2 = -\frac{4\,Q}{l} \cdot \ln \cdot \frac{b_1' b_2' b_3' \ldots b_n'}{a_1' a_2' a_3' - a_n'};$$

und zwar muß hier das negative Vorzeichen stehen, weil nach Voraussetzung den fiktiven Leitungen entgegengesetzte Ladungen zukommen.

Durch Addition erhält man

$$V = V_1 + V_2 = \frac{Q}{C} = \frac{4\,Q}{l}\left[\ln \frac{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n}{r\, a_2 a_3 \ldots a_n} - \ln \frac{b_1' b_2' b_3' \ldots b_n'}{a_1' a_2' a_3' \ldots a_n'}\right] \quad 29),$$

somit Teilkapazität des Leiters A_1

$$C_{A_1} = 2C = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{\ln \frac{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n}{r\, a_2 a_3 \ldots a_n} - \ln \frac{b_1' b_2' b_3' \ldots b_n'}{a_1' a_2' a_3' \ldots a_n'}}\right] \quad 30).$$

Es muß jedoch gleich bemerkt werden, daß bei Freileitungen das zweite Glied im Nenner stets gegenüber dem ersten vernachlässigt werden kann. Auf km und µF bezogen ist daher

$$C_{A_1} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{\log \frac{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n}{r\, a_2 a_3 \ldots a_n}} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{\log x} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{z + \log \frac{a}{r}}\ \mu F \quad 31),$$

wobei die Werte von x und z den früheren Tabellen I bis III entnommen werden können. Die zuletzt angegebene Fassung kommt dann zur Anwendung, wenn alle Drähte gleichen Abstand haben.

Beispiel: Man bestimme die Kapazität für die in Abb. 17 dargestellte Anordnung (Nr. 8, Tabelle I).

Für die Leiter A_1 und B_2 ist

$a_2 = 2\,a = 100$,

$a_1' = 2\,h = 1000$,

$a_2' = \sqrt{4\,h^2 + 4\,a^2} = 2\sqrt{500^2 + 50^2} = 1005$,

$b_1 = a = 50$,

$b_2 = 3\,a = 150$,

$b_1' = \sqrt{4\,h^2 + a^2} = \sqrt{4 \cdot 500^2 + 50^2} = 1000$,

$b_2' = \sqrt{4\,h^2 + 9\,a^2} = \sqrt{4 \cdot 500^2 + 9 \cdot 50^2} = 1011$,

also

$$\log \frac{b_1 b_2 b_3 \ldots b_n}{r\, a_2 a_3 \ldots a_n} = \log \frac{50 \cdot 150}{0{\cdot}3 \cdot 100} = 2{\cdot}398.$$

Digitized by Google

Zur Kontrolle berechnen wir auch gleich

$$\log \frac{b_1' b_2' \dots b_n}{a_1' a_2' \dots a_n'} = \log \frac{1000 \cdot 1011}{1000 \cdot 1005} = 0{\cdot}0027.$$

Wie man sieht, kann dieser Faktor ruhig weggelassen werden. Es bleibt also noch

$$C_{A_1} = C_{B_2} = \frac{0{\cdot}024 \cdot l_k}{2{\cdot}398} = \text{rund } 0{\cdot}01\, l_k\ \mu\text{F}.$$

In ähnlicher Weise erhalten wir für B_1 und A_2

$$a_2 = 2a = 100,$$
$$a_1' = 2h = 1000,$$
$$a_2' = \sqrt{4h^2 + 4a^2} = 2\sqrt{500^2 + 50^2} = 1005,$$
$$b_1 = a = 50,$$
$$b_2 = a = 50,$$
$$b_1' = \sqrt{4h^2 + a^2} = \sqrt{4 \cdot 500^2 + 50^2} = 1000,$$
$$b_2' = b_1' = 1000,$$

und daraus

$$\log \frac{b_1 b_2 b_3 \dots b_n}{r a_2 a_3 \dots a_n} = \log \cdot \frac{50 \cdot 50}{0{\cdot}3 \cdot 100} = 1{\cdot}921,$$

ferner

$$\log \frac{b_1' b_2' b_3' \dots b_n'}{a_1' a_2' a_3' \dots a_n'} = \log \cdot \frac{1000 \cdot 1000}{1000 \cdot 1005} = -0{\cdot}0022,$$

kann also wieder vernachlässigt werden. Daraus folgt

$$C_{A_2} = C_{B_1} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{1{\cdot}921} = 0{\cdot}0125\, l_k\ \mu\text{F}.$$

Bilden die Leiter $A_1 B_1$ und $A_2 B_2$ für sich getrennte Stromkreise, so ist die gesamte Kapazität dieser Schleifen wegen der Hintereinanderschaltung

$$C_{A_1 B_1} = C_{A_2 B_2} = \frac{1}{\frac{1}{C_{A_1}} + \frac{1}{C_{B_1}}} = \frac{C_{A_1} \cdot C_{B_1}}{C_{A_1} + C_{B_1}} =$$
$$= \frac{0{\cdot}01 \cdot 0{\cdot}0125}{0{\cdot}01 + 0{\cdot}0125} \cdot l_k = 0{\cdot}00566\, l_k\ \mu\text{F}$$

und der Ladestrom

$$J_c = \frac{E\, 2\pi c\, C_{A_1 B_1}}{10^6}\ \text{A pro km},$$

für beide Schleifen zusammen also zweimal mehr. Würde man die Drähte $A_1 A_2$ und $B_1 B_2$ parallel schalten, so ist ihre Kapazität gleich der Summe der Teilkapazitäten. Dabei nehmen die inneren Drähte einen zirka 25% größeren Ladestrom als die äußeren auf, was sich allerdings erst bei sehr großen Entfernungen und hohen Spannungen bemerkbar macht.

3. Zweiphasenleitungen.

Was weiter oben bezüglich der Selbstinduktion von Zweiphasenleitungen gesagt wurde, gilt auch für die Kapazität, das heißt die Rechnung wird genau so durchgeführt, als ob nur eine Phase vorhanden wäre. Es kann also die früher angegebene Gleichung 31) benutzt werden.

4. Dreiphasenleitungen.

Wir benutzen wieder den Kunstgriff einer gemeinsamen fiktiven Rückleitung, deren Abstand R man sich so groß vorzustellen hat, daß er für alle praktisch als gleich groß angesehen werden kann. Es lassen sich somit folgende drei Gleichungen anschreiben:

$$V_A = \frac{4Q}{l}\left[\ln \frac{R}{r} + \ln \frac{R}{a_2} + \ln \frac{R}{a_3} + \dots \ln \frac{R}{a_n}\right]$$
$$= \frac{4Q}{l} \cdot \ln \frac{R^n}{r a_2 a_3 \dots a_n},$$
$$V_B = \frac{4Q}{l} \cdot \ln \frac{R^n}{b_1 b_2 b_3 \dots b_n},$$
$$V_C = \frac{4Q}{l} \cdot \ln \frac{R^n}{c_1 c_2 c_3 \dots c_n},$$

worin man sich unter V und Q nach Belieben Augenblicks- oder Effektivwerte vorstellen kann. Da die drei Vektoren um $^1/_3$ Periode gegeneinander verschoben sind, also nicht ohne weiteres addiert werden dürfen, werden wir sie wie früher in zwei senkrecht aufeinander stehende Komponenten zerlegen. Es ist dann

$$V_I = V_A + V_B \cos 120 + V_C \cos 240 =$$
$$= V_A - 0{\cdot}5\, V_B - 0{\cdot}5\, V_C$$

und

$$V_{II} = V_B \sin 120 + V_C \sin 240 = 0{\cdot}866\, V_A - 0{\cdot}866\, V_C$$

oder ausgerechnet

$$V_I = \frac{4Q}{l} \ln \cdot \frac{\sqrt{(b_1 b_2 \dots b_n)(c_1 c_2 \dots c_n)}}{r a_2 a_3 \dots a_n},$$

$$V_{II} = \frac{4Q}{l} \cdot 0{\cdot}866 \ln \cdot \left(\frac{c_1 c_2 c_3 \dots c_n}{b_1 b_2 b_3 \dots b_n}\right)$$

und schließlich

$$V = \frac{Q}{C} = \sqrt{V_I^2 + V_{II}^2} \quad \dots \quad 32).$$

Nachdem aber das zweite Glied unter der Wurzel gegenüber dem ersten vernachlässigt werden darf, so bleibt noch

$$\frac{Q}{C} = \frac{4Q}{l} \ln \sqrt{\frac{(b_1 b_2 \dots b_n)(c_1 c_2 \dots c_n)}{r a_2 a_3 \dots a_n}}.$$

Bezieht man ferner die Kapazität auf einen einzelnen Leiter (also pro Phase) und km und drückt dieselbe in µF aus, so wird

$$C_{A_1} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{\log \frac{\sqrt{(b_1 b_2 \dots b_n)(c_1 c_2 \dots c_n)}}{r a_2 a_3 \dots a_n}} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{\log x} = \frac{0{\cdot}024\, l_k}{z + \log \frac{a}{r}}\ \mu\text{F} \quad 33).$$

Bezüglich der Faktoren x und z sei auf die Tabellen I bis III verwiesen.

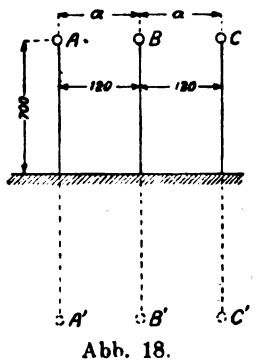


Abb. 18.

Der Ladestrom ergibt sich aus der Beziehung

$$J_c = \frac{E_v}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2\pi c\, C_A}{10^6} \quad \dots \quad 34),$$

E_v = verkettete Spannung (Spannung im Netz).

Beispiel: Man berechne den Ladestrom der in Abb. 18 gezeichneten Leitung (Anordnung Nr. 1, Tabelle III) bei $c = 50$ Per/s, $E_v = 35\,000$ V, $r = 0{\cdot}45$ cm, $l_k = 40$ km. Wir bestimmen zunächst die Kapazität.

Da die Drähte gleichen Abstand haben, so ist z nach Tabelle III = 0·15, folglich nach Gleichung 33)

$$C_1 = C_C = \frac{0{\cdot}024\, l}{z + \log \frac{a}{r}} = \frac{0{\cdot}024 \cdot 40}{0{\cdot}15 + \log \frac{120}{0{\cdot}45}} = 0{\cdot}3732\ \mu\text{F}^*).$$

Für den mittleren Leiter B ist $z = 0$, also

$$C_B = \frac{0{\cdot}024 \cdot 40}{\log \frac{120}{0{\cdot}45}} = 0{\cdot}396\ \mu\text{F}.$$

Der mittlere Wert aller drei Phasen ist 0·38 µF, folglich ergibt sich ein mittlerer Ladestrom

$$J_c = \frac{E_v}{\sqrt{3}} \frac{2\pi c\, C}{10^6} = \frac{35\,000}{\sqrt{3}} \frac{2\pi 50 \cdot 0{\cdot}38}{10^6} = 2{\cdot}41\ \text{A}.$$

*) Die vollständige Rechnung mit Berücksichtigung des Gliedes V_{II} in Gleichung 32) sowie der Kapazität gegen die Erde würde 0·3740, also bloß 0·2% mehr ergeben.

Digitized by Google

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Turbodynamo von 55 000 kW Leistung der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft. Die Einheitsleistung der für das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk bei Köln bestimmten Maschine beträgt 60 000 kVA oder 75 000 PS bei 1000 U./p. min; die Maschine

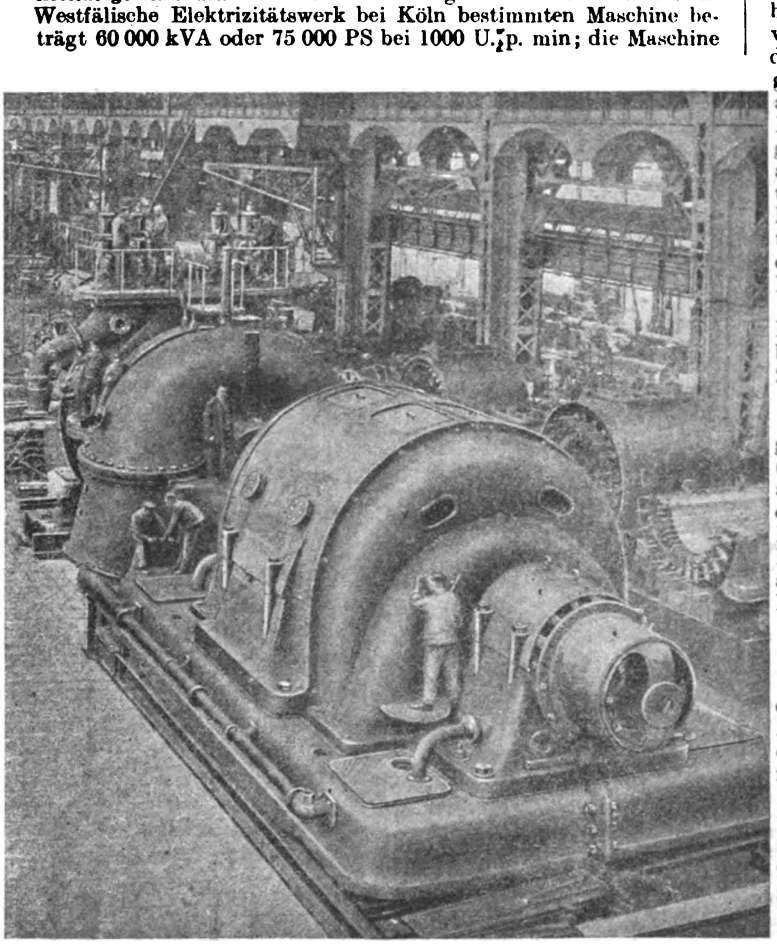


Abb. 1.

liefert bei 220 V Erregung Drehstrom von 7000 V. Die Dampfturbine, für 12 at Überdruck, 325° C Überhitzung, 27° Kühlwasser, enthält zehn Räder von 3400 bis 3800 mm Durchmesser, also 180 bis

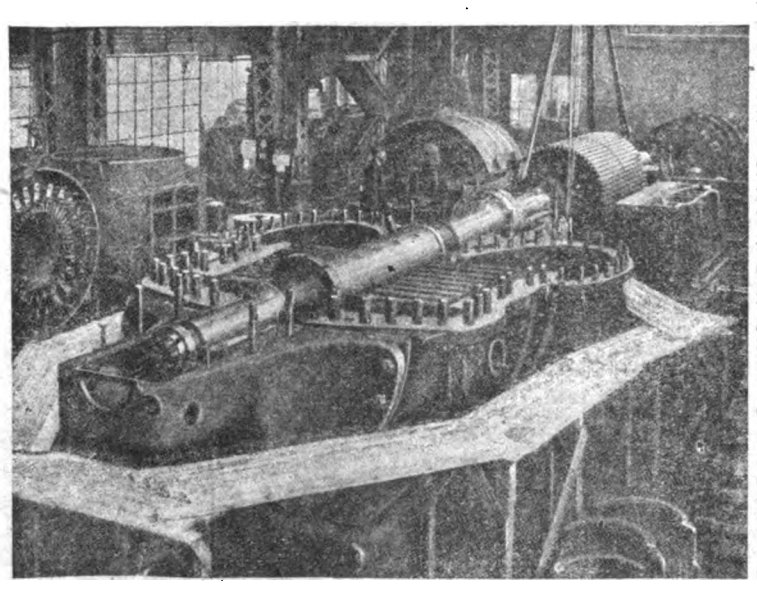


Abb. 2.

200 m Umfangsgeschwindigkeit pro s. Die Herstellung der Schaufeln, die größtenteils aus Material ohne Nickelzusatz angefertigt werden mußten, war durch den Krieg erschwert. Aus dem Rohmaterial, entsprechend der Schaufeldicke plus Füllstück, wurde die eigentliche Laufschaufel herausgefräst, so daß kaum 15% des ursprünglichen Materials verblieben. Die Maschine hat drei Lager bis zu 600 mm Durchmesser, entsprechend 32 m/s Umlaufgeschwindigkeit, das mittlere als Doppellager ausgebildet. Turbinenrotor und Dynamorotor sind zwischen beiden Lagerschalen durch Flanschkupplung verbunden. Der mittlere Lagerkörper ist in der Längsrichtung verankert; von diesem ausgehend wächst das Turbinengehäuse nach vorne, deshalb mußte die Zuleitung für den Frischdampf beweglich ausgebildet werden. Das Turbinengehäuse ruht auf dem mittleren und auf dem vorderen Lagerkörper, so daß es den Einwirkungen der Erwärmung und Abkühlung ungehindert zu folgen vermag. Die gesamte Maschine lagert auf einer schweren Fundierung von eisenarmiertem Beton. Bei der Formgebung (Abb. 1) wurde, der charakteristischen umlaufenden Bewegung entsprechend, die runde Form kräftig zum Ausdruck gebracht, bei den Lagern und in allen Dynamoteilen die vertikalen Linien durchgehend kräftig betont. Abb. 2 zeigt die Maschine bei abgenommenem Oberteil von Turbinengehäuse und Dynamogehäuse.

Der Maschine kommen zwei Kondensatoren von je 3000 m² Kühlfläche zu; das Gewicht des Kondensators beträgt 100 t, die beiden Abdampfstuzen von Maschine zum Kondensator messen 2500 mm im Durchmesser.

Einige Zahlenangaben dürften noch von Interesse sein:

Turbinengewicht 250 t, davon Turbinenrotor 49 t; Dynamogewicht 225 t, davon Dynamorotor von 2200 mm Außendurchmesser (115 m/s Umlaufgeschwindigkeit) 106 t. Der Maschinensatz wiegt also 475 t. Der Rotor, der einschließlich der Lagerschenkel 9 m in der Länge mißt, ist aus einzelnen Platten zusammengesetzt; die Prüfung desselben erfolgte bei 2000 bis 2400 Umdrehungen. Der Induktor wurde der Schleuderprobe bei 47 m Umlaufgeschwindigkeit, also 50% Übertouren, ausgesetzt; die Anschaffungskosten zur Durchführung dieser Probe waren außerordentlich große.

(AEG-Mitteilg. 14, Mai 1918.)

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Schaltanlagen für große Kraftwerke werden in der Kriegszeit der baulichen Ersparnis wegen zweistöckig ausgeführt, obzwar die Ansicht verbreitet ist, daß die Sicherheit mit der Zahl der übereinanderliegenden Räume wächst. H. Probst beschreibt einige dieser neuen Anlagen, darunter die der Stickstoffwerke II, von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausgeführt, die eine Fläche von 100 × 11 m aufweisen, und Drehstromenergie von 6000 V auf vier Freileitungssträngen zugeführt erhalten. Im Erdgeschoß sind die Ölschalter sowie Strom- und Spannungstransformatoren, im ersten Stockwerk die Freileitungseinführungen, Sammelschienen und Trennschalter untergebracht. Auch die die abgehenden Kabel vom Netz trennenden Trennschalter sind im Sammelschienenraum eingestellt. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß weniger oft vergessen wird, diesen Trennschalter zu öffnen, um die Ölschalter zwecks Kontrolle spannungslos zu machen, als wenn der Trennschalter in einem anderen Stockwerk untergebracht ist. Je zwei Ölschalter sind durch einen Zwischenraum unterbrochen, was die Anbringung von Fenstern an der Längsfront des Gebäudes ermöglicht. Die beiden zu einem Block vereinigten Kammern werden durch eine feuersichere Wand voneinander getrennt. Die zu einer Zelle gehörenden Meßleitungen werden unterhalb der Fernschaltmagneten vereinigt und führen als mehradriges Kabel zu einer Meßinstrumententafel. Die Trennschalter sind einpolig ausgeführt mit Signalkontakten, die die jeweilige Lage auf der Betätigungstafel anzeigen; sie werden mit der Schaltstange bedient. Bei längerer Lieferzeit wären dreipolige Trennschalter geliefert worden, die durch Handräder bequemer zu bedienen sind.

Bei der Schaltanlage für das Kraftwerk Alt-Württemberg befinden sich die Doppelsammelschienen sowie die dreipoligen Trennschalter im Erdgeschoß des Hauptgebäudes, im Dachgeschoß ist der Überspannungsschutz und die Freileitungsausführung eingebaut. Ölschalter, Strom- und Spannungstransformatoren wurden in einem Anbau an den beiden Längsseiten des Schalthauses montiert*), so daß der bei Explosionen auftretende Rauch durch die Tür ins Freie gelangt und nicht in das Innere des Schalthauses eindringt. Die Antriebe der dreipoligen Trennschalter, die zwischen Ölschalter und Sammelschienen liegen, sitzen dem Ein- und Ausschaltmagneten gegenüber, so daß der Bedienende weiß, ob der Ölschalter ein- oder ausgeschaltet ist. Mittels Signalkontakten am Trennschalter wird eine Lampe in den Ölschalterkammern betätigt, die beim Aufleuchten Spannungslosigkeit anzeigt.

Von der aus Amerika kommenden Anordnung je zweier Ölschalter für jede Maschine oder Leitung, die sich gegenseitig als Reserve dienen, nimmt man jetzt Abstand, weil die Anlage zu teuer kommt. Denselben Dienst leistet eine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft patentierte Umschaltung, wobei ein Doppelsammelschienensystem und ein Kupplungsschalter zur Auswechslung des zu untersuchenden Ölschalters dienen. (E. T. Z. 39, Heft 15, 1918.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 181.

Digitized by Google

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Elektrolytische Antimongewinnung aus Stibnit. D. J. Demorest. Der Elektrolyt bestand aus Natronlauge, die zu Beginn eine Stärke von 8% hatte und im geschlossenen Kreis in Bewegung gehalten wurde. Am geeignetsten erwiesen sich Eisenelektroden. Die Kathoden waren perforiert. Die Auflösung von Stibnit in einer Natriumhydroxyd- und einer Natriumsulfidlösung geht nach folgenden Gleichungen vor sich:

$$Sb_2S_3 + 2\,NaOH = NaSbS_2 + NaSbSO + H_2O$$
$$Sb_2S_3 + 3\,Na_2S = 3\,Na_2SbS_2.$$

An der Kathode tritt folgende Reaktion auf:

$$Na_2SbS_2 + 3\,H = Sb + 3\,NaSH.$$

An der Anode entstehen Natriumthiosulfat und Sulfid. Die 8%ige Natronlauge enthält zuerst 3% Sb; durch die Bildung von Thiosulfat sinkt die Auflösungskraft bis auf 0·7%; zugleich wird die Eisenanode plötzlich angegriffen, indem sie in Fe S übergeführt wird und zerfällt. Das erzeugte Antimon ist sehr rein; nach dem Einschmelzen enthält es etwa 0·02% S, 0·01% As, kein Pb, Fe in Spuren. Bei einer Spannung von 2·7 V und einer Stromdichte 0·8 A/dm² betrug die Stromausbeute 76%. Die Lösung muß regeneriert werden, wenn pro kg des benutzten NaOH 1 kg Antimon erzeugt wurde. Es wurde eine große Anlage zur täglichen Erzeugung von 270 kg Antimon errichtet.

(Metall u. Erz 1918, Heft 7 nach Eng. Min. Journ. 1918, Nr. 1.)

Die Schmelzelektrolyse von Natrium- und Kaliumamid bildete den Gegenstand eines Vortrages von L. Wöhler in der 24. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft. Vergebliche Versuche zur elektrolytischen Herstellung von Hydrazin aus Natriumamid $NaNH_2$ führten gleichzeitig zur Erkenntnis, daß sowohl Natrium- als Kaliumamid elektrolytische Stromleitung zeigen und durch Elektrolyse sich zersetzen lassen. Der Vorgang entspricht der Gleichung $6\,NH_2' + 6$ posit. Ladungen $= 4\,NH_3 + N_2$. Die Leitfähigkeit von $NaNH_2$ bei 215° (0·593 Ω) entspricht etwa der von $AgNO_3$, die von KNH_2 bei 340° (0·389 Ω) etwa der von KNO_3. Der Schmelzpunkt des Natriumamids liegt bei 210°, der des Kaliumamids bei 338°. Die Zersetzungsspannung von $NaNH_2$ ist ziemlich scharf bestimmbar, sie beträgt bei 210° 0·71 V, bei 300° 0·57 V.

(Chem Ztg., Heft 46, 1918.)

Literatur-Bericht.

Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen auf Grund von Versuchen. Von Dr. Ing. Alexander Pfeiffer. Mit 57 Abbildungen. Druck und Verlag von R. Oldenbourg in München. Preis geh. Mk. 2·50.

Die vorliegende Arbeit behandelt Untersuchungen an Schraubenpumpen in der Ausführung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, die auf Veranlassung des Professors Dr. R. Camerer in der Versuchsanstalt des hydraulischen Institutes der königl. Techn. Hochschule in München von dem Verfasser durchgeführt wurden. Durch die genannten Versuche sollte ermittelt werden, unter welchen theoretischen und praktischen Bedingungen die betreffende Pumpengattung am wirtschaftlichsten arbeitet. Ferner sollte festgestellt werden, welchen Einfluß eine proportionale Vergrößerung des Laufrades, die Schaufelzahl, die Schaufellänge, Schaufelbreite, sowie die Höhenlage des Pumpenlaufrades in bezug auf das Unterwasser bei der günstigsten Steigung der Schraubenfläche und Drehzahl auf den Wirkungsgrad, die Fördermenge und die Förderhöhe haben. Endlich war auch wünschenswert, die Wirtschaftlichkeit der Pumpe für jenen Fall zu untersuchen, wenn an der Stelle der Schraubenflächen schwachgewölbte Flächen, wie sie heute im Flugzeugbau eine große Rolle spielen, gesetzt werden, und wenn die Schaufelfläche nach der Hauptgleichung der Turbinentheorie ausgebildet wird.

In ausführlicher Weise werden die Versuchseinrichtungen, die Meßvorrichtungen und die Versuchsergebnisse besprochen und am Schlusse der durch reiches Diagramm- und Tabellenmaterial belegten theoretischen Betrachtungen und Berechnungen einwandfrei der Nachweis erbracht, daß diese Pumpengattung sich genau so verhält, wie die Zentrifugalpumpen und daß auf sie die Hauptgleichung der Turbinentheorie gleichfalls Anwendung hat.

Da, wie der Verfasser in der Einleitung bemerkt, über Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen in der Literatur bis jetzt nichts zu finden war, so ist es dem Verfasser um so höher anzurechnen, sich den mühevollen und schwierigen Versuchsarbeiten unterzogen und durch Veröffentlichung der bezüglichen Ergebnisse Klarheit in das betreffende Sondergebiet gebracht zu haben.

Rubricius.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Schalter.

(Schluß von Heft 28, Seite 324.)

Öl- und Hochspannungsschalter.

Um Schalter, die in Gehäusen mit Öl oder Gasen eingeschlossen sind, gegen Gasexplosionen und Ölbrände zu sichern, sind die Gase bezw. das Öl unter Druck gesetzt worden. Läßt der Gasdruck durch irgend eine Ursache nach, dann ist die Sicherheit dieser Schalter gefährdet. Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin versehen darum den Schalter mit einer besonderen Einrichtung, die bei ungenügendem Gasdruck im Gehäuse den Schalter für den Fall, daß er offen ist, am Einschalten verhindert und, falls er geschlossen ist, zwangsweise öffnet. Die Wirksamkeit des Hubmagneten *m* (Abb. 9) wird dadurch aufgehoben, daß die stromzuführende Leitung beim Sinken des Gasdrucks im Gehäuse an einer Stelle unterbrochen wird. Zu diesem Zwecke ist die Membran *e* vorgesehen, die mit einer Stange *s* fest verbunden ist. *s* wird durch ein Lager *l* gestützt. Zwischen Lager und Membran ist eine Feder *f* verspannt. Das freie Ende von *s* ist mit einem Arm *h* verbunden, der auf *g* gelagert ist. An dem anderen Arm des Hebels ist ein Kontaktstück *c* isoliert befestigt, das bei genügendem Innendruck die beiden Kontakte *a* und *b* berührt, zu denen eine Leitung von einer stromführenden Klemme und eine Leitung vom Schaltmagneten führt. Sinkt der Innendruck im Gehäuse, so wird die Membran und mit ihr die Stange *s* nach innen bewegt, und die zum Elektromagneten führende Leitung wird bei den Kontakten *a* und *b* unterbrochen. Die Stromzufuhr zum Magneten wird in diesem Augenblick abgeschnitten. War der Schalter offen, so kann er von jetzt ab nicht geschlossen werden, war er geschlossen, so werden in diesem Augenblick die Schaltmesser zwangsweise zurückgezogen und der Strom durch den Schalter wird unterbrochen.

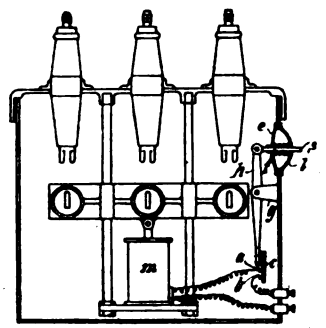


Abb. 9.

(D. R. P. Nr. 289 849.)

Von der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) rührt ein mehrphasiger Wechselstromschalter mit magnetischer Funkenlöschung her. In Abb. 10 bedeutet 1 das ringförmige oder als Vieleck ausgebildete Joch, auf dem die Blasspulen untergebracht sind. Die oberen Enden der Schenkel 2, 3, 4 tragen die Polschuhe 5, 6, 7, 8, 9, 10. Zwischen diesen sind die Kontakthebel 11 und die Schalthebel 12 angeordnet; letztere können durch ein Gestänge 13 bewegt werden. Der Schalter zeigt eine gedrängte Bauart, die magnetische Leitung ist für die einzelnen Blasmagneten gleich lang und die magnetische Leitung aller anderen Blasmagnete kann stets bis zur Sättigungsgrenze von jedem einzelnen Blasmagnete mitbenutzt werden, wodurch die vollkommenste Ausnutzung der Eisenquerschnitte und somit die größte Wirkung bei geringstem Stoffaufwand erzielt werden kann.

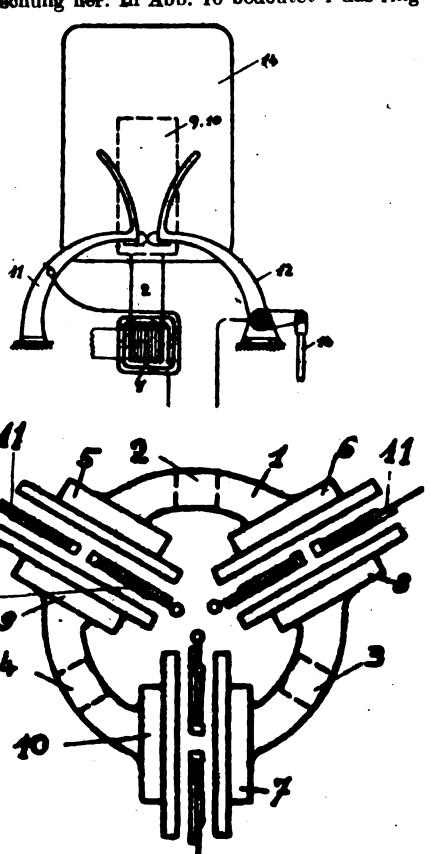


Abb. 10.

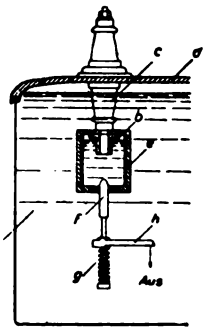
(D. R. P. Nr. 298 716.)

Die Abb. 11 zeigt einen neuen Ölschalter mit Explosionskammer der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft in Wien. *a* ist der Ölkasten, *b* der feste Kontakt, der mittels des Durchführungs-

Digitized by Google

isolators *c* am Deckel *d* befestigt ist. Der Kontakt *b* ist von einer Explosionskammer umgeben. Die enge Öffnung der Kammer wird durch den als Schnellkontakt ausgebildeten beweglichen Stiftkontakt *f* beinahe ganz ausgefüllt. Der Kontakt *f* ist unter Zwischenschaltung der die Momentschaltung einleitenden Feder *g* mit der Schaltertraverse *h* verbunden. In der Einschaltstellung steckt *f* in *b*. Durch Senken von *h* wird die Feder so lange gespannt, bis ihr Zug ausreicht, den Stift *f* aus dem Gegenkontakt *b* zu lösen. Bei Öffnen der Kontakte tritt infolge des entstehenden Lichtbogens zwischen diesen ein Überdruck in der Explosionskammer auf, welcher die Federkraft unterstützt und den Schnellkontakt mit größter Geschwindigkeit vom Gegenkontakt entfernt. Dadurch wird der Lichtbogen rasch abgerissen. Die Löschwirkung wird noch dadurch unterstützt, daß dem rasch aus der Explosionskammer herausgetriebenen Stiftkontakt Öl nachstürzt und den etwa noch bestehenden Lichtbogen zum Verlöschen bringt*). (Ö. P. Nr. 73 286.)

Abb. 11



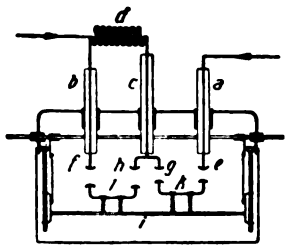
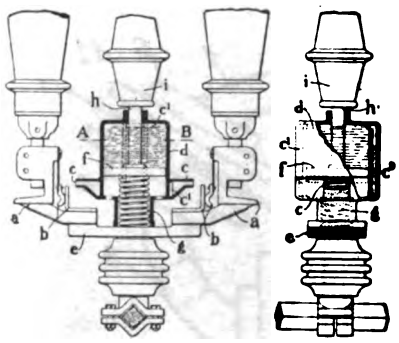


Abb. 12.

Gegenstand einer Erfindung der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) bildet ein einpoliger Ölschalter mit äußerem Schutzwiderstand. *a* und *b* (Abb. 12) sind die Durchführungsisolatoren für den Leitungsanschluß, *c* ist ein zusätzlicher Durchführungsisolator für den Anschluß des einen Endes des Schutzwiderstandes *d*. Der Isolator *c* trägt einen Doppelkontakt *g*, *h*. Auf der isolierenden Traverse *i* sitzen federnd die beiden Schaltbürsten *k*, *l*, und zwar in ausgeschaltetem Zustande *k* höher als *l*. Beim Einschalten werden dann zunächst die festen Kontakte *e* und *g* durch die Bürste *k* verbunden, so daß der Strom über den Widerstand *d* fließt, und erst im weiteren Verlauf des Schaltvorganges wird *d* durch die Berührung von *l* mit den Kontakten *f* und *h* kurzgeschlossen. Um den Schalter nicht zu lang machen zu müssen, ist der mittlere Isolator *c* höher als die Isolatoren *a* und *b*, wodurch der Überschlagsweg von Pol zu Pol verlängert wird. (Schw. P. Nr. 75 102.)

Die Fabrik Elektrischer Apparate Sprecher & Schuh A. G. in Aarau (Schweiz) baut einen Ölschalter, bei dem in der Nachbarschaft jeder Ausschaltstrecke eine Ölspritzdüse angeordnet ist. Der Schalter gemäß Abb. 13 besitzt zwei Ausschaltstrecken und dementsprechend zwei Ölspritzdüsen. Die Ausschaltstrecken bestehen aus einem Hauptkontakt *a* und einem Nebenkontakt *b*. Die Ölspritzdüsen *c* haben ihre Mündung auf einem etwas höheren Niveau als die Nebenkontakte *b*. Sie stehen durch Kanäle c_1, c^2 mit dem Oberteil des Innenraums eines stehenden Pumpenzylinders *d* in Verbindung, der, ebenso wie die beweglichen Teile der Haupt- und Nebenkontakte, mit der auf- und abwärts verstellbaren Schalterbrücke *e* starr verbunden ist. Im Zylinder *d* ist der Pumpenkolben *f* dichtgehend angeordnet. Er steht auf der Unterseite unter dem Druck einer Feder *g* und tritt oben mit der Kolbenstange *h* aus dem Zylinder *d* heraus. Im Schlußzustande des Schalters steht der Kolben *f* einerseits unter dem Druck der gespannten Feder *g*, andererseits stützt er sich mit *h* gegen einen festen Anschlag *i*. Oberhalb *f* ist Öl. Wird der Schalter durch Niederbewegung von *e* geöffnet, so sucht *g* den Kolben *f* in Hochstellung zu halten, während *d* abwärts geht. Im ersten Momente wird *f* durch die kuppelnd wirkende Ölmenge mitgenommen, strebt aber unter dem Druck von *g* wieder in Hochstellung. Dadurch wird das Öl aus dem Zylinder durch die Düsen *c* in kräftigem Spülstrom hinausgetrieben, um die Kontaktteile der Ausschaltstrecken zu bespülen und dadurch eine rasche Kühlung derselben sowie der entstehenden Gase behufs Unterdrückung des Lichtbogens herbeizuführen. Wird der Schalter geschlossen, füllt sich der Pumpenzylinder ganz mit Öl.

(Schw. P. Nr. 73 028).



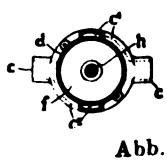


Abb. 13.

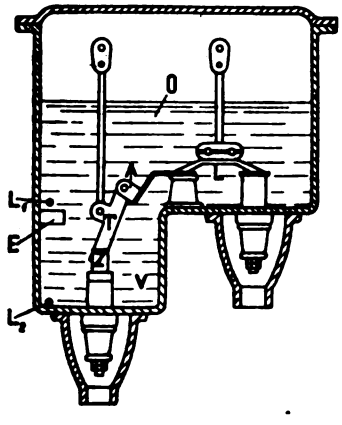


Abb. 14.

Bei einer Ölschaltereinrichtung der Dr. Paul Meyer A. G. in Berlin sind in dem Ölgefäß *O* (Abb. 14) der Trennschalter *T* und der Leistungsschalter *L* eingebaut. Der Zuführungskontakt *Z* des Trennschalters befindet sich in einer Vertiefung *V* des Ölkastens, während die Kontakte des Leistungsschalters *L* oberhalb der Vertiefung angeordnet sind. Der Abführungskontakt *A* des Trennschalters ist hier ebenfalls hoch gelegt, könnte aber auch in *V* liegen. Ein Abschlußloch L_1 gestattet, den Ölspiegel so weit abzusenken, daß die Kontakte des Leistungsschalters, gegebenenfalls auch Kontakt *A*, zugänglich werden. *Z* bleibt unter Öl, so daß jede Gefahr vermieden ist. Läßt man das Öl durch L_2 ab, dann kann auch der Trennschalter untersucht werden. (D. R. P. Nr. 290 846.)

Bei einem Ölschalter mit Schutzwiderstand der A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) sind mit den Vorkontakten *q* (Abb. 15) leitend verbundene Kontaktfedern *f* isoliert an der Schaltertraverse *t* angebracht, wobei die freien Enden der Kontaktfedern auf den seitlichen Abschlußkörpern *a* des Widerstandes *w* gleiten können.

(Schw. P. Nr. 72 321.)

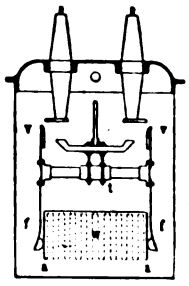


Abb. 15.

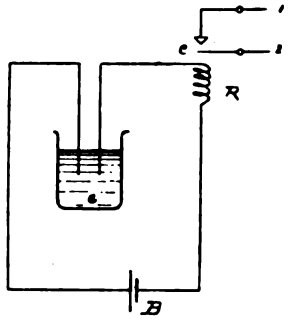


Abb. 16.

Elektrolytischer Zeitschalter.

Eine Erfindung der Felten & Guilleaume Carlswerk A. G. in Köln-Mülheim betrifft die Verwendung elektrolytischer Vorgänge für Zeitschalter, und zwar sind dies die durch die Zersetzung des Lösungsmittels bei Stromdurchgang abhängig von Stromstärke und Zeit entstehenden Änderungen einerseits der Menge und andererseits der Konzentration und des hiedurch beeinflußten Widerstandes des Elektrolyten. Der Strom von *B* (Abb. 16) fließt durch den Elektrolyten *e* und durch die Wicklung des Relais *R*, das dadurch den Kontakt *c* eines zweiten Stromkreises 1, 2 offen hält. Sinkt die Stromstärke unter den zur Betätigung des Relais *k* erforderlichen Wert, oder wird sie ganz unterbrochen, so wird ein Kontakt *c* geschlossen und hiedurch selbsttätig die Arbeitsbereitschaft des Stromkreises 1, 2 je nach seiner eigenen Anordnung in an sich bekannter Weise hergestellt oder unterbrochen. Die Verringerung der Stromstärke geschieht dadurch, daß je nach Wahl und Anordnung des Elektrolyten bezw. der Elektroden und des Gefäßes entweder eine durch die Konzentrationsänderung oder die Verminderung des Leitungsquerschnittes infolge der Volumenverminderung des Elektrolyten entstehende, von der Zeit abhängige Widerstandserhöhung des elektrolytischen Stromweges oder durch die Volumenverminderung des Elektrolyten die Unterbrechung des Stromkreises durch Freiwerden der Elektroden herbeigeführt wird. (D. R. P. Nr. 294 033.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 132.

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Lang Rudolf, beh. konz. Elektrotechniker, Wien.
Franz & Viktor Schromm, Anstalt für Elektrotechnik, Gas- und Wasserleitungs-Anlagen, Wien.
Böhm Ferdinand, Betriebselektriker, Waldegg.
Uhlich-Blum Fritz, Direktor der Beleuchtungsindustrie Fessl Ges. m. b. H., Marburg a. Drau.
Beleuchtungsindustrie Fessl Ges. m. b. H., Marburg a. Drau.
Schäfer Aladar, Ing., Betriebsleiter, Nyitrabanya, Ungarn.
Opacki Julius, Ing., Beamter d. S. S. W., Wien.
Buchleitner Adolf, Dipl. Ing., beh. aut. Zivil-Ingenieur f. Elektrotechnik, Salzburg.
Schnessl Friedrich, Elektro-Ingenieur, Merseburg.
Meschick Leopold, Photo-Elektro- und mech.-techn. Anstalt, Wien.
Lavrini Franz, Elektriker, Loke bei Trifail.
Neumayr Joh., Elektrotechniker, Hofgastein.
Neuwirth Hans, Elektrotechniker d. Mitterberger Kupfer A. G., Außerfelden.
Stehr Karl, Ing., dz. Ltnt. i. d. R. und Supplent a. d. K. k. Techn. Hochschule, Wien.
Frimmel Viktor, Elektrotechniker (dz. Lt. i. d. Res.), Brünn, Zweigverein Brünn.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Sahulka. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
28. Juli 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 30.
36. Jahrgang.

INHALT:

Graphische Darstellung des Verhaltens von Synchronmaschinen mit ausgebildeten Polen entsprechend der Rückwirkungszerlegung nach Blondel-Sumec. Von Dr.-Ing. Bohuslav Závada 333
Die Feuersicherheit elektrischer Anlagen . . 337
Rundschau 338
Chronik 341
Literatur-Bericht 341
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 342
Briefe an die Schriftleitung 344

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Graphische Darstellung des Verhaltens von Synchronmaschinen mit ausgebildeten Polen entsprechend der Rückwirkungszerlegung nach Blondel-Sumec.

Von Dr.-Ing. **Bohuslav Závada**, Brünn.

Die graphische Untersuchung des Verhaltens von Synchronmaschinen ist bei weitem nicht so durchgebildet wie bei Induktionsmotoren.

Arnold-La Cour[1]) begnügen sich mit der vereinfachenden Voraussetzung, daß die Ankerreaktanz unveränderlich ist. Sumec[2]) vernachlässigt die Streureaktanz und den Ankerwiderstand. Pichelmayer[3]) vernachlässigt den Ankerwiderstand und arbeitet — wie auch die vorgenannten Autoren — unter Voraussetzung einer geradlinigen Leerlaufscharakteristik: sein Konstruktionsgang hat dabei viel Ähnlichkeit mit dem von Sumec, was leicht erklärlich ist, da man bei der Behandlungsweise nach Sumec die Streureaktanz in ihrem vollen Betrag sowohl zu der Querreaktanz als auch zu der „Gegen"-reaktanz zuzuschlagen braucht, um sie in ihren Wirkungen vollständig zu berücksichtigen.

Nachfolgend soll gezeigt werden, daß die Ableitung der die Synchronmaschine unter bestimmten Betriebszuständen charakterisierenden Diagramme in einer ziemlich bequemen Weise auch bei Berücksichtigung aller durch die modernen Bearbeitungen hervorgehobenen Umstände möglich ist.

I. Bestimmung der Erregung für einen beliebigen Betriebszustand.

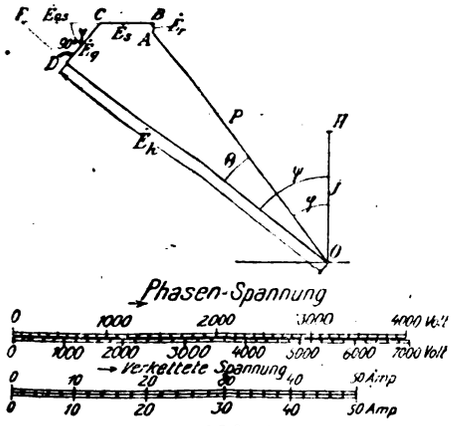


Abb. 1.

Abb. 1 stellt das Spannungspolygon von Sumec dar, wobei die zu einer Teilwicklung (Phasenwicklung) zugehörigen Spannungen vektoriell aufgezeichnet sind.

Die Größen

$$E_r = r \,.\, J_a$$

und

$$E_s = x_s \,.\, J$$

werden aus dem Widerstande r und der Streureaktanz x_s der Maschine bestimmt. Die fiktive zur Konstruktion des Spannungspolygons nötige Spannung E_{QS} wird entweder nach Sumec aus der Leerlaufcharakteristik als entsprechend dem Erregerstromvolumen $a_q' \tau AS$[4]) gefunden oder aus der gerechneten Querreaktanz x_q nach der Beziehung $E_{QS} = x_q J$ bestimmt[5]).

Diese Spannung wird mit E_{QS} bezeichnet, weil sie vektoriell nicht mit der Querfeldspannung sondern mit der Streuspannung übereinstimmt: andererseits jedoch stellt sie den größten Betrag dar, welchen die Querfeldspannung E_g erreichen kann.

Nach dem bereits Angeführten bezeichnet man als Querfeldreaktanz das Verhältnis

$$x_q = E_{QS}/J \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1).$$

Bei Phasengleichheit zwischen dem Ankerstrom J und der Hauptfeldspannung E_h hat die totale Ankerreaktanz den Wert

$$x' = x_s + x_q \,. \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

und die Ankerimpedanz den Wert

$$z' = \sqrt{r^2 + (x_s + x_q)^2} = \sqrt{r^2 + (x')^2} \quad \ldots \quad 3).$$

Abb. 2 ist gegenüber der vorangehenden um den Winkel φ der äußeren Phasenverschiebung zurückgedreht, es ist dort der Vektor $\dot{E}' \equiv \overrightarrow{AF}$ $(E' = z' J)$ beigefügt und über denselben als Hypothenuse das schraffierte rechtwinklige Dreieck AFL' mit dem Winkel ψ bei dem Scheitel A konstruiert.

Es ist also

$$\overline{L'F} = AF \,.\, \sin\psi \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4).$$

$$= z' \,.\, J \,.\, \sin\psi \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4'),$$

Der Strahl $\overrightarrow{OF}$ schneidet die Seite $\overline{AL'}$ im Punkte L und trennt von dem schraffierten Dreieck

---

[1]) „Die synchronen Wechselstrommaschinen", 2. Auflage (1913), Seite 175 bis 213.

[2]) E. u. M. 1906, Seite 67 und 88.

[3]) „Wechselstromerzeuger" — Sammlung Göschen Nr. 547 — (1911), Seite 54 bis 56.

[4]) Die Leerlaufserregung ist im nachfolgenden entweder durch den Erregerstrom oder durch das Stromvolumen einer Pollücke angegeben. Im zweiten Falle wird dann zur Bestimmung der Ankerreaktionen von dem Wert $\tau \,.\, AS$ ausgegangen. Den Reduktionskoeffizienten a_q' und a_d' ist solcher Sinn gegeben, daß

$$a_q' \,.\, \tau AS \,.\, \cos\psi \ldots$$

das auf die Magnetwicklung reduzierte quer reagierende Ankerstromvolumen,

$$a_d' \,.\, \tau AS \,.\, \sin\psi \ldots$$

das auf die Magnetwicklung reduzierte direkt reagierende Ankerstromvolumen vorstellen.

Gegenüber Arnold gilt:

$$a_q' = f_{w_1} \,.\, k_q, \quad a_d' = f_{w_1} \,.\, k_0,$$

mit Sumec verglichen ist:

$$a_q' = 0{\cdot}9\, k_q, \quad a_d' = 0{\cdot}9\, a_g.$$

[5]) Bei der Betonung von Reaktanzen kann man Pichelmayer bezüglich der Querreaktanz vollständig beistimmen. Für Erregungsbestimmung bei gekrümmter Charakteristik bedeutet jedoch das Operieren mit Gegenreaktanz gegenüber der Behandlung von direkter Ankerrückwirkung nach Arnold und Sumec einen Umweg.

Digitized by Google

ein schmales rechtwinkliges Dreieck $FL'L$ (doppeltschraffiert) ab; in demselben ergibt sich bei dem Scheitel F der nur vom Verhältnis des Widerstandes r zu der Impedanz z' abhängige Winkel δ

$$\sin\delta = \frac{r}{z'} \quad \ldots\ldots\ 5),$$

$$\cos\delta = \frac{x'}{z'} \quad \ldots\ldots\ 6).$$

Da ferner gilt

$$\overline{FL} = \frac{\overline{FL'}}{\cos\delta} \quad \ldots\ldots\ 7),$$

so erhält man durch Einsetzen aus den Gleichungen 4) und 6)

$$\overline{FL} = \frac{(z')^2}{x'} J \cdot \sin\psi \quad \ldots\ldots\ 8).$$

Jedoch ist z' gegenüber x' gewöhnlich nur um 0·5% bis 1·0% größer, es genügt also die Annäherung

$$\overline{FL} \doteq z' \cdot J \cdot \sin\psi \quad \ldots\ldots\ 8').$$

Da $\frac{(z')^2}{x'}$ bezw. z' konstante Werte sind, so ist die Länge $\overline{FL}$ der durch $J\sin\psi$ bestimmten direkten Ankerrückwirkung[6]), dann der Länge $\overline{FD} = x_q \cdot J\sin\psi$ proportional.

Setzt man

$$\overline{FD} = \lambda \cdot \overline{FL} \quad \ldots\ldots\ 9),$$

so gilt

$$\lambda = \frac{\overline{FD}}{\overline{FL}} = \frac{x_q \cdot x'}{(z')^2} = \frac{x_q}{z'}\cos\delta \quad \ldots\ 10),$$

$$\doteq \frac{x_q}{z'} \quad \ldots\ldots\ 10').$$

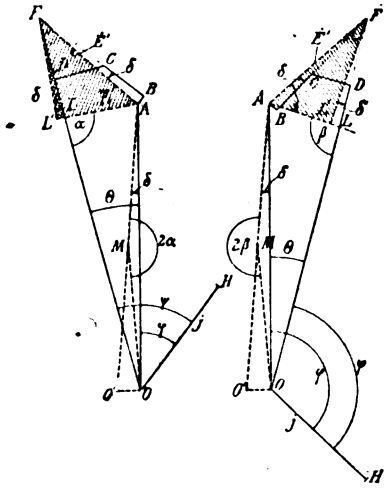


Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 3 ist eine Wiederholung von Abb. 2, jedoch für den Fall der motorischen Belastung der Maschine.

Bedeutungsvoll ist in diesen beiden Abbildungen die Tatsache, daß der Klemmenspannungsvektor $\dot{P}$ aus dem Punkte L beobachtet unter dem Sehwinkel $\alpha = 90^0 - \delta$ erscheint, falls L links von $\dot{P}$ fällt; wenn jedoch F und dadurch auch L von $\dot{P}$ nach rechts zu liegen kommt, nimmt dieser Sehwinkel die Größe $\beta = 90^0 + \delta$ an. Es bildet also eine Kreislinie, in der der Klemmenspannungsvektor $\dot{P}$ die zu dem Zentrumwinkel $180^0 - 2\delta$ zugehörige Sehne bildet und deren Mittelpunkt M links von $\dot{P}$ liegt, den geometrischen Ort für alle Lagen des Punktes L. In Abb. 2 und 3 ist der Durchmesser $\overline{AO'}$ dieser Kreislinie gestrichelt ausgezogen.

Auf Grund der angegebenen Beziehungen ist es möglich, ein Arbeitsschema zu schnellen Erregungsbestimmungen auszubilden, welches in Abb. 4 für einen von Bartelmus, Donát & Co. in Brünn gebauten Drehstromgenerator 170 kVA, 5250 V, 18·7 A, 50 Per/s bei 250 U. p. min. (24 Pole) vorgeführt ist. Abb. 5 stellt die versuchsweise bestimmte Leerlaufcharakteristik dieser Maschine dar[7]).

A. Ausführungsangaben:

1. Statorbohrung 1670 mm, Eisenlänge 150 mm, Polteilung $\tau_{st} = 219$ mm;

2. Die Statorwicklung hatte 2 halbgeschlossene Nuten pro Pol und Phase mit je 40 Drähte — also

$d_{\tau st} = m_{st} \cdot \tau_{st} = 240$ Drähte pro Statorpolteilung a),

$m_{st} = 10{\cdot}97$ Leiter auf 1 cm Statorumfang . . a').

3. Für die Erregung befand sich in jeder Pollücke

$d_{\tau rot} = 340$ Drähte . . . . . b),

$m_{rot} = \frac{d_{\tau rot}}{\tau_{st}} = 15{\cdot}51$ Leiter auf 1 cm Rotorumfang[8]) b'),

4. $AS = m_{st} \cdot J = \frac{10{\cdot}79}{1\text{ cm}} J$; $(AS_{18\cdot7} = 205\,^{AD}/_{cm})$ c),

$\tau AS = d_{\tau st} \cdot J = 240\,J$; $(\tau AS_{18\cdot7} = 4480\,AD)$[9]) d).

5. Durch Speisung der Statorwicklung bei entferntem Rotor mit Drehstrom wurde ermittelt:

Widerstand, kalt, 1 Teilwicklung (Phase) . 4·9 Ω,

Widerstand, warm (geschätzt) . . . . $r = 5{\cdot}7\ \Omega$ e),

Streureaktanz derselben Wicklung . . $x_s = 2{\cdot}6\ \Omega$ f).

6. Die Rechnung ergab:

Querreaktanz, 1 Teilwicklung . . . $x_q = 43{\cdot}5\ \Omega$ g),

Reduktionskoeff. der direkten Reaktion $a_d' = 0{\cdot}736$ h).

7. Entsprechend den Gleichungen 2), 3), 4), 5) und 10) wurde daraus festgestellt:

$$x' = x_s + x_q = 69{\cdot}5\ \Omega \quad \ldots\ldots\ i),$$

$$z' = \sqrt{(x')^2 + r^2} = 69{\cdot}7\ \Omega \quad \ldots\ k),$$

$$\lambda = \frac{x_q \cdot x'}{(z')^2} = 0{\cdot}622 \quad \ldots\ldots\ l),$$

$$\sin\delta = r : z' = 0{\cdot}0817 \quad \ldots\ldots\ m),$$

$$\cos\delta = x' : z' = 0{\cdot}997 \quad \ldots\ldots\ n).$$

---

[6]) Anstatt von der Gegenwirkung ist es richtiger von einer direkten Ankerreaktion zu sprechen, da dieselbe nicht immer gegenwirkend ist.

[7]) Der Einfachheit halber wird hier für Erregungsbestimmungen die Leerlaufcharakteristik benutzt. Richtiger wäre es, neben ihr noch mehrere Charakteristiken für die Hauptfeldspannung E_h zu ziehen, jede unter Voraussetzung eines bestimmten Betrages der direkten Ankerreaktion. Dadurch kann sowohl die von Sumec angegebene Veränderlichkeit des Streufaktors als auch der von Pichelmayer angezeigte Umstand, daß der Hauptfeldspannung wegen veränderter Feldform ein anderer Flux als derselben Leerlaufsspannung entspricht, berücksichtigt werden. Jedoch mit Rücksicht darauf, daß die Reduktionskoeffizienten für die beiden Ankerreaktionen einer bisher nicht kontrollierten Einwirkung der Eisensättigung unterliegen, scheint es nicht angebracht zu sein, so subtiler Details wegen das Verfahren so beträchtlich zu komplizieren.

Auch von der Wirkung des remanenten Magnetismus wird in der Abhandlung immer abgesehen, wiewohl es ohne weiteres möglich ist, mit dem aufsteigenden und abfallenden Ast der Charakteristik sinngemäß zu arbeiten.

[8]) m_{st} und m_{rot} sind Zahlen, die miteinander verglichen werden, es muß also die Rotorpolteilung dabei gleich der Statorpolteilung genommen werden. Diese Gleichheit erzielt man auch in der Wirklichkeit, wenn man den Luftspalt dem Rotor zuspricht.

[9]) AD-Abkürzung für Amperedraht. Der eingebürgerte Begriff „Amperewindung" wird hier aus guten Gründen konsequent gemieden.

Digitized by Google

6. Der zur Kompensierung der direkten Reaktion des Ankerstromes J nötige Anteil $J_{m\,komp}$ des Erregerstromes ist allgemein gegeben durch die Beziehung

$$J_{m\,komp} = a_{d'} \frac{\text{Leiterzahl pro Statorpolteilung}}{\text{Leiterzahl pro Rotorpolteilung}} \times \left| \times J \sin\psi = a_{d'} \frac{m_{st}}{m_{rot}} J \sin\psi \right. \quad 11).$$

Setzt man

$$\mu_d = a_{d'} \frac{m_{st}}{m_{rot}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12),$$

so gilt

$$J_{m\,komp} = \mu_d \,.\, J \,.\, \sin\psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11').$$

Bei dem betrachteten Generator ist

$$\mu_d = 0{\cdot}52 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad o)$$

und folglich

$$J_{m\,komp} = 0{\cdot}52\, J \,.\, \sin\psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad p).$$

B. Besprechung des Arbeitsschema.

Gegenüber Abb. 2 und 3 sind in Abb. 4 alle Richtungen um δ nach links gedreht; dadurch erscheint zwischen dem wagrecht nach links ziehenden Strahl $\overrightarrow{AX}$ und dem Strahl $\overrightarrow{AF}$ der äußere Phasenwinkel φ. Umgekehrt bei Kenntnis von $\cos\varphi$ kann mittels des Hilfskreises Cos die zugehörige Richtung des Strahles $\overrightarrow{AF}$ gefunden werden.

Die Strecke $\overline{AF}$ bedeutet eigentlich die Spannung $E' = z' J$, um sie jedoch ohne Umrechnung aus dem Ankerstrom zu erhalten, muß der Strommaßstab entsprechend folgender Beziehung gewählt werden:

$$\text{Strecke für 1 A} = \text{Strecke, welche 1 V darstellt} \times \left| \times \text{Ohmzahl von } z' \right. \quad 13).$$

Alle Bilder 1 bis 17 sind entsprechend den Angaben a) bis p) mit Benutzung der graphisch vorgeführten Maßstäbe gezeichnet. Die Beziehung 13) ist darin enthalten.

[In der Originalzeichnung waren diese Maßstäbe:

für Spannung { 1 cm 200 V Knotenpunktspannung q), Knotenpunktspannung 1000 V 5 cm q').

für Anker- und Erregerstrom { 1 A . 3·485 mm r'), 1 cm . 2·87 A r)].

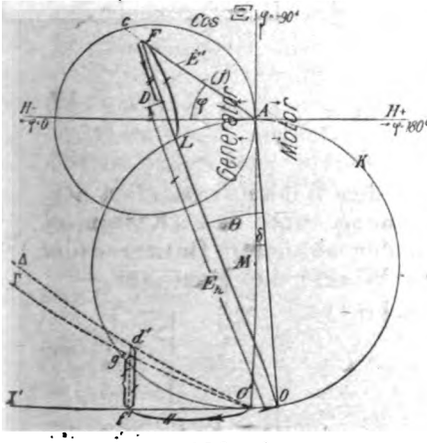


Abb. 4.

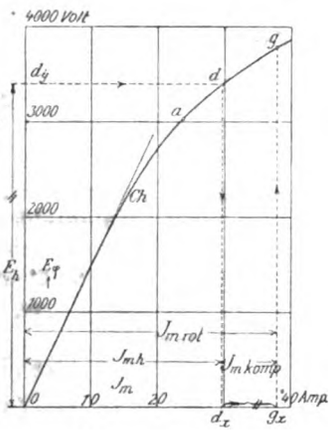


Abb. 5.

In Abb. 4 und 5 ist die Erregungsbestimmung für eine generatorische Belastung mit phasenverspätetem Strom $J = 20$ A ($\cos\varphi = 0{\cdot}8$) bei der verketteten Klemmenspannung 5250 V [Knotenpunkt-Klemmenspannung 3030 V] durchgeführt.

Der Durchmesser $\overline{AO}$ des den geometrischen Ort für den Punkt L bildenden Kreises K hat also die Größe $P/\cos\delta = 3040$ V (152 mm in Orig.), und der Punkt O liegt auf dem unteren Teil dieser Kreislinie um $3040\text{ V} \times \sin\delta = 249$ V (12·45 mm in Orig.) rechts von O'.

Da der Vektor E' in Abb. 4 auch direkt durch die Auftragung des Ankerstromes J in dem nach Gleichung 13) gewählten Maßstab erhalten werden kann, trägt er noch die zweite Bezeichnung $(\dot{J})$[10]. Sein Endpunkt F wird mit O verbunden, wodurch auf dem Kreise K der Punkt L bestimmt wird, welcher dieselbe Bedeutung wie der gleichnamige Punkt in Abb. 2 und 3 hat.

Teilt man also die Strecke FL der Abb. 4 durch den Punkt D nach dem Verhältnisse

$$\overline{FL} : \overline{FD} = 1 : \lambda \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14),$$

so ergibt sich nach Gleichung 9), daß D der Vektorendpunkt für die unserem Falle entsprechende Hauptfeldspannung E_h (hier 3400 V) ist.

Nach Vorangehendem stellt die Strecke ${}_4\overline{AF}$ im Strommaßstab den Ankerstrom J dar, daraus ergibt sich nach den Beziehungen 4) und 7), daß die Länge ${}_4\overline{LF}$[11]) in demselben Maßstab den Betrag

$${}_4\overline{FL} = J \,.\, \sin\psi \,.\, \frac{1}{\cos\delta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15),$$

$$\doteq J \sin\psi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15')$$

hat. Man muß dieselbe entsprechend 11') mit dem Faktor $\mu_d \,.\, \cos\delta$ — bezw. bei angenäherter Rechnung mit μ_d — multiplizieren, um den die direkte Ankerrückwirkung kompensierenden Anteil $J_{m\,komp}$ des Erregerstromes zu bestimmen.

Zur Ausführung der Teilung von ${}_4\overline{FL}$ nach 14) und der Multiplikation derselben Strecke mit μ dienen die durch O' geführten Hilfsgeraden Δ und Γ, deren Neigungstangenten gegenüber X' den Betrag λ und μ_d haben. Man braucht FL von O' aus auf X' auftragen und die Ordinaten von Δ und Γ, welche dem so erhaltenen Punkte f' gehören, sind schon den gesuchten Längen gleich.

$${}_4\overline{FD} = {}_4\overline{f'd'},$$

$$J_{m\,komp} = {}_4\overline{f'g'}.$$

Im weiteren verfährt man, wie Sumec[12]) angegeben hat.

Man bestimmt aus der Leerlaufcharakteristik (Abb. 5) die für die Hauptfeldspannung $E_h = {}_4\overline{OD} = {}_5\overline{Od_y}$ nötige Erregung $J_{m\,h} = {}_5\overline{Od_x}$ (29·6 A) und schlägt den Kompensationserregerstrom

$$J_{m\,komp} = {}_4\overline{f'g'} = {}_5\overline{d_x g_x}$$

(8·2 A) dazu, um den totalen Erregerstrom $J_{m\,tot} = {}_5\overline{Og_x}$ (37·8 A) zu erhalten.

[10]) Das Vektorzeichen ist eingeklammert, um anzudeuten, daß es nicht der richtige Stromvektor $\dot{J}$ ist, welcher ja mit $\dot{P}$ den Phasenwinkel φ einschließen müßte, wogegen E' und mit ihm $(\dot{J})$ denselben Winkel mit X bildet.

[11]) Die im Text einer Bezeichnung vorgehängte Ziffer gibt die Nummer der betreffenden Abbildung an; dies hat besonders Bedeutung, wenn man zugleich mehrere Abbildungen bespricht.

[12]) Arnold hat ursprünglich in die Leerlaufcharakteristik eine andere Spannung als Hauptfeldspannung übertragen. In der 2. Auflage der „Synchronen Wechselstrommaschinen" hat er in dieser Beziehung denselben Standpunkt wie Sumec angenommen.

Digitized by Google

Die Entscheidung, wann die direkte Ankerreaktion magnetisierend oder entmagnetisierend wirkt, ist bei dem beschriebenen Verfahren äußerst einfach und zuverläßlich: magnetisierend, dann, wenn der Endpunkt F des Spannungsvektors E' ins Innere der Kreislinie K fällt, entmagnetisierend, falls er außerhalb der Kreislinie K zu liegen kommt[13]).

Die Manipulations-Reihenfolge bei Erregungsbestimmung ist in Abb. 4 und 5 durch beigefügte Klammern und Pfeile angedeutet.

Ist es nötig für den Erregerstrom einen anderen Maßstab als für den Ankerstrom zu wählen oder sind in der Charakteristik Erreger-Stromvolumina wiedergegeben, muß man selbstverständlich für die Hilfsgerade l' eine andere Neigung nehmen als angegeben.

II. Arbeitsdiagramm bei konstanter Klemmenspannung und unveränderlicher Erregung.

Abb. 6 wiederholt die Leerlaufcharakteristik aus Abb. 5, nur ist auf die die Hauptfeldspannung darstellende Ordinate ${}_6\overline{'_x d}$ die ganze Länge ${}_4\overline{O F}$ mit sämtlichen dort hervorgehobenen Punkten übertragen in der Weise, daß wenn ${}_4O$ mit ${}_6d$ und ${}_4D$ mit ${}_6d_x$ zusammenfallen, ${}_6\Lambda$ das Bild von ${}_4L$ und ${}_6\Phi$ den Abdruck von ${}_4F$ vorstellen.

Es gilt also

$$ {}_6\overline{'_x d_x} = {}_4\overline{l' g'} = \mu_d \cdot J \sin\psi \quad . \quad . \quad . \quad 16), $$

$$ {}_6\overline{d_x \Phi} = {}_4\overline{D F} = \frac{\lambda}{\cos\delta} J \sin\psi \quad . \quad . \quad 17), $$

$$ {}_6\overline{d_x \Lambda} = {}_4\overline{D L} = \frac{1-\lambda}{\cos\delta} J \sin\psi \quad . \quad . \quad 18). $$

Die Gleichungen 16) bis 18) haben unter Voraussetzung von 13) eine allgemeine Gültigkeit und geben an, daß die Entfernungen von der Abscissenachse der zueinander gehörigen Punkte ${}_6\Phi$ und ${}_6\Lambda$ sowohl zueinander als auch zu der ihnen entsprechenden Strecke ${}_6\overline{'_x d_x}$ der Abscissenachse immer in denselben Verhältnissen stehen.

Da aber der Punkt ${}_6'_x$ wegen der vorausgesetzten unveränderlichen Erregung fest ist, so bilden die diesen Punkt mit ${}_6\Lambda$ und ${}_6\Phi$ verbindenden Geraden ${}_6L$ und ${}_6F$ den geometrischen Ort für alle Punktpaare $\Lambda - \Phi$.

Die durch die Geraden L und F ergänzte Charakteristik ermöglicht umgekehrt alle Belastungszustände zu finden, welche zu der durch den Schnittpunkt $g_x \equiv L \times F$ gegebenen Erregung gehören.

Es sei vorausgesandt, daß einem jeden Punkt der Charakteristik, der zwischen den Grenzlagen s und s' sich befindet, zwei Betriebszustände zugeordnet sind: bei einem arbeitet die Maschine als Generator, bei dem anderen im allgemeinen als Motor.

Der Vorgang, wie die zu diesen Betriebszuständen zugehörigen Spannungspolygone ermittelt werden, ist in Abb. 7 für den Punkt ${}_6d_1$ vollständig vorgeführt.

Die Ordinate ${}_6\overline{'_1 \Lambda_1 d_{x_1} \Phi_1}$ der ergänzten Charakteristik wird so in das Arbeitsschema (Abb. 7 aus Abb. 4) übertragen, daß ihr Punkt ${}_6d_1$ sich mit ${}_7O$ vereinigt und ${}_6\Lambda_1$ auf die Kreislinie ${}_7K$ fällt. Es gibt zwei zu ${}_7\overline{S S}$ symmetrische Lagen der übertragenen Ordinate, welche diese Bedingung erfüllen, und die dabei sich ergebenden Abdrücke ${}_7F_1$ und ${}_7F_1'$ ihres Endpunktes ${}_6\Phi_1$ sind Endpunkte für zwei Spannungsvektore $E_1' = z' J$, welche den gesuchten zum Charakteristikpunkte ${}_6d_1$ gehörigen Betriebszuständen entsprechen.

Denkt man sich im Arbeitsschema — wie es in Abb. 7 geschehen ist — alle Längen durch die Impedanz z' dividiert, so erhalten sie die Bedeutung von Strömen, und zwar werden dabei ${}_7\overline{A F_1}$ und ${}_7\overline{A F_1'}$ zu Vektoren J_1 und J_1' der Ankerströme, wobei der äußere Phasenwinkel φ von dem nach links zielenden, wagrechten Strahl $\overrightarrow{{}_7A H}$ gemessen wird.

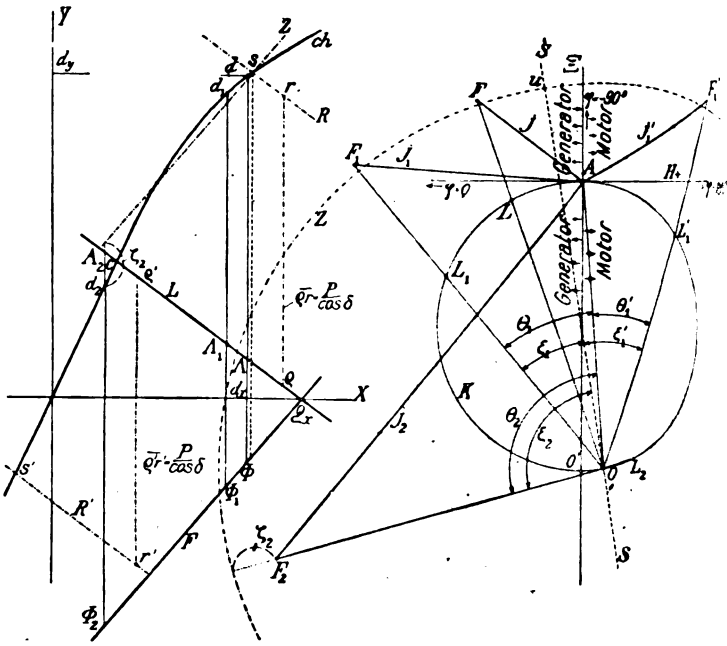


Abb. 6. Abb. 7.

Die Endpunkte F_1 und F_1' der Stromvektoren liegen zueinander symmetrisch in bezug auf die um 2δ von der vertikalen Richtung nach links gedrehte Gerade ${}_7\overline{S S}$, welche durch die Verlängerung des Radius ${}_7\overline{O M}$ erhalten wurde. Der Ursprung A für die Stromvektoren liegt jedoch nicht auf derselben Symmetrale, sondern rechts von ihr: folglich fällt der Strom J_1', welcher dem Punkte ${}_6d_1$ der Charakteristik bei Betrieb als Motor entspricht, kleiner aus als der Strom J_1, welcher dazu für den Fall des Generatorbetriebes gehört.

Also

$$ J_1 > J_1' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19) $$

und allgemein

$$ J > J' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 19'). $$

Bezeichnet man mit Θ den Winkel zwischen dem Vektor der Hauptfeldspannung und der Klemmenspannung, so gilt zwischen den absoluten Beträgen der zu F_1 und F_1' zugehörigen Winkel die Beziehung

$$ \left.\begin{aligned} |\Theta_1| &> |\Theta_1'| \\ \text{und ausführlicher} \\ |\Theta_1| &= \varepsilon_1 + \delta \\ |\Theta_1'| &= \varepsilon_1 - \delta \end{aligned}\right\} \quad . \quad 20), $$

wenn ε den absoluten Betrag des Winkels zwischen der Symmetrale $\overline{S S}$ und dem Vektor der Hauptfeldspannung angibt.

Alle so in Abb. 7 durch Übertragung durch Ordinaten aus Abb. 6 gewonnenen Punkte füllen eine Kurve aus, welche in Abb. 8 (s. Schluß d. Artikels im Heft 31) unter der Bezeichnung $E D$ vorgeführt

[13]) Um an Abbildungen zu sparen, ist dies ohne Beweis angeführt.

Digitized by Google

ist: wir benennen dioselbe Stromdiagramm oder elektrisches Diagramm bei Erregung von 37·8 A und verketteter Klemmenspannung von 5250 V.

Die Art und Weise der Ordinatenübertragung läßt erkennen, daß dabei nur die Punkte der Leerlaufscharakteristik in Betracht kommen, deren Abschnitt ${}_6\overline{d\,\Lambda}$ kleiner oder höchstens gleich dem Durchmesser $P/\cos\delta$ der Kreislinie ${}_7K$ ist: dadurch sind auch die schon erwähnten Grenzpunkte ${}_6s$ und ${}_6s'$ an der Charakteristik gegeben[14]).

Zu dem Punkte ${}_6s$ (bezw. s') gelangt man, wenn man auf eine beliebige Vertikale von ihrem Schnittpunkte ${}_6\varrho$ (bezw. ϱ') mit L nach oben (unten) die Strecke $P/\cos\delta$ aufträgt und durch den so gewonnenen Punkt ${}_6r$ (bezw. r') die mit L parallele Gerade R (bezw. R') führt: ihr Schnittpunkt mit der Charakteristik[15]) gibt schon den gesuchten Grenzpunkt s (bezw. s') an.

Manipulationserleichterungen.

1. Es ist ersichtlich, daß die Geschwindigkeit und Sicherheit bei Ordinatenübertragung erhöht wird, falls die durch Gerade L und F ergänzte Charakteristik mit einer Anzahl gezogener Ordinaten auf ein durchsichtiges Deckblatt gezeichnet wird, wodurch die einzelnen Ordinaten direkt in die Abb. 7 auf die beschriebene Weise angelegt werden können.

2. Die Genauigkeit der Ordinatenübertragung kann man entsprechend nachfolgender Erwägung steigern.

Würde die Leerlaufcharakteristik mit der zu ${}_6L$ durch den Punkt ${}_6s$ parallel geführten Geraden ${}_6Z$ identisch sein, so hätte man in der Kreislinie ${}_7Z$, die in ${}_7O$ ihren Mittelpunkt hat und durch den auf ${}_7SS$ liegenden Punkt ${}_7U$ geht, das zugehörige Stromdiagramm; liegt ein Punkt der wirklichen Charakteristik oberhalb oder unterhalb von der Geraden ${}_6Z$, so liegen die zugehörigen zwei Punkte des wirklichen Stromdiagrammes außerhalb oder innerhalb der Kreislinie ${}_7Z$, und zwar in dem radialen Abstand von ihr, welcher dem Ordinatenabschnitt ζ zwischen der Geraden ${}_6Z$ und der Charakteristik gleich ist.

3. Soll jedoch bei Aufzeichnen der ergänzten Charakteristik auf ein durchsichtiges Deckblatt die auf dem Grundblatt gezogene Kreislinie Z (Abb. 7) zum schnellen und fehlersicheren Arbeiten beitragen, so ist es nötig, die mit ζ bezeichneten Ordinatenabschnitte auf dem Deckblatt von der Geraden ${}_6F$ aufzutragen, was jedoch in Abb. 6 nicht durchgeführt ist; dadurch erhält man einzelne Punkte Φ_z der ebenfalls nicht gezogenen Kurve F_z, welche eigentlich die parallel nach unten verschobene Charakteristik ist.

Bei Anlegung einer beliebigen Ordinate des Deckblattes wird ihr auf der Charakteristik liegender Punkt ${}_6d$ mit dem Punkt ${}_7O$ des Grundblattes vereinigt und dann diese Ordinate (das Deckblatt) so lange um diesen Punkt gedreht (zur Kontrollerleichterung dient, daß ihr auf der nicht gezeichneten verschobenen Charakteristik ${}_6F_z$ liegender Punkt Φ_z sich auf der Kreislinie ${}_7Z$ bewegt!), bis der Punkt ${}_6\Lambda$ derselben Ordinate die Kreislinie K trifft: dadurch ist die richtige Lage dieser Ordinate gegenüber dem Grundblatt erreicht und ihr auf der Geraden ${}_6F$ liegender Punkt ${}_6\Phi$ wird abgedruckt.

Die Bedeutung der Kreislinie ${}_7Z$ und der verschobenen Charakteristik ${}_6F_z$ ist aus der Beschreibung nicht so einleuchtend: sie fördern bloß die Übersichtlichkeit, erleichtern die scharfe Einstellung und ihre Kontrolle, was man erst beim Arbeiten schätzen lernt.

(Schluß folgt.)

[14]) Den Grenzpunkten s und s' der Charakteristik entsprechen im Stromdiagramm die auf der Symmetrale $\overline{SS}$ liegenden Punkte U und U', siehe Abb. 7 und 8.

[15]) Der Punkt s' liegt gewöhnlich auf der negativ verlängerten Charakteristik.

Die Feuersicherheit elektrischer Anlagen.

(Ein Nachwort zu der Brandkatastrophe in Berlin.)

Das furchtbare Brandunglück, welches am 21. Juni die Räume der Bioskop-Gesellschaft und der Telefunken-Gesellschaft in der Friedrichsstraße 235 heimgesucht und 20 Menschenleben gefordert hat, lenkt erneut die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Feuersicherheit elektrischer Anlagen, denn das erste, was die Zeitungen über die Entstehung des Brandes brachten, war das alte Märchen von dem Kurzschluß in der elektrischen Anlage.

Ich wurde nach dem Brande als Sachverständiger zugezogen und konnte mir daher in dem vorliegenden Falle ein genaues Bild über die vermutliche Ursache des Brandes machen. Ich schicke voraus, daß sich die tatsächliche Entstehungsursache wohl mit Sicherheit kaum wird aufklären lassen, da mit ganz wenigen Ausnahmen sämtliche Zeugen des Unfalles nicht mehr am Leben sind. Ausgeschlossen erscheint es im vorliegenden Falle nicht, daß eine elektrische Anlage die indirekte Entstehungsursache des Brandes gewesen ist, doch lediglich deshalb, weil sie unvorschriftsmäßig, bezw. unvorsichtig ausgeführt war. Eine elektrische Anlage, die nach den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ausgeführt ist, kann nie und nimmer die Ursache eines Brandes werden. Die für die Verlegung und Sicherheit der Anlage getroffenen Bestimmungen sind derartige, daß bei Einhaltung dieser Bestimmungen irgendwelche Gefahr ausgeschlossen ist. Nun werden aber leider die Bestimmungen nicht immer eingehalten und die Besitzer derartiger unvorschriftsmäßiger und infolgedessen gefährlicher Anlagen wissen meistens selbst nicht, sich ein Bild über den Grad der Sicherheit ihrer Anlage zu machen, versäumen es aber auch andererseits, meistens aus unangebrachter Sparsamkeit sich durch einen Sachverständigen die Anlage begutachten zu lassen. Obgleich die Feuerversicherungsgesellschaften eine regelmäßig wiederkehrende Revision der elektrischen Anlagen fordern, steht diese Forderung vielfach nur auf dem Papier, denn nicht in allen Fällen werden die versicherten Anlagen wirklich regelmäßig auf Feuersicherheit untersucht.

Auch bei dem vorliegenden Brandunglück waren sich offenbar die Inhaber der Räume nicht darüber im klaren, daß ihre Anlage nicht den Bestimmungen entsprechend ausgeführt war. Ob und wann eine behördliche Abnahme der Anlage stattgefunden hat, entzieht sich meiner Kenntnis. Auch ist der größte Teil der elektrischen Anlage durch den Brand zerstört, so daß nur noch einige unvorschriftsmäßige und gefährliche Zustände nachgewiesen werden können.

Die in den Zeitungen angegebene Mutmaßung, daß der Brand durch Kurzschluß in dem Vorführungsraum entstanden ist, erweist sich unter allen Umständen als irrig, denn dieser Raum ist im Innern noch so gut wie unverletzt. Die Isolation der elektrischen Kabel ist zwar etwas angerußt, aber sonst vollständig in Ordnung. Auch die Apparate, die in dem Raum untergebracht sind, weisen keinerlei Beschädigungen durch Brand oder Flammen auf. Ein Kurzschluß an dem Projektionsapparat kommt meiner Ansicht nach überhaupt nicht in Frage, da in diesem Falle die Sicherungen hätten durchgehen müssen, was nicht der Fall gewesen ist; außerdem aber hätte, wie gesagt, der Raum innen Spuren des Brandes zeigen müssen, was nicht der Fall ist. Daß die zu diesem Raum führende Tür auf der Innenseite verkohlt ist, hat seinen Grund darin, daß die Tür offengestanden hat, weil in diesem Raum gearbeitet wurde. Der betreffende Monteur, der dort arbeitete und der ebenfalls umgekommen ist, hat nach den mir gewordenen Informationen keine Arbeiten an der elektrischen Anlage ausgeführt, sondern lediglich einen mechanischen Teil des Apparates demontiert.

Entgegen den Vorschriften ist nun aber in diesem Vorführungsraum eine Schalttafel mit zahlreichen Apparaten angebracht, die vollständig aus Holz besteht. Nach § 8 a der Sicherungsvorschriften müssen aber Schalt- und Verteilungstafeln aus feuersicherem Baustoff bestehen. Dies gilt schon für alle nicht gefährdeten

Digitized by Google

Räume, muß aber natürlich ganz besonders beachtet werden in Räumen wie den vorliegenden, in welchen durch das gemeinsame Vorhandensein von Films, Projektionslampen und Motor eine erhöhte Feuergefährlichkeit vorliegt.

Ganz unverständlich und meiner Ansicht nach unverantwortlich ist es aber, daß die Hauptverteilungstafel, da sie vollständig mitverbrannt ist, offenbar auch nicht aus feuersicherem Baustoff bestanden hat und außerdem, daß sie in dem feuergefährlichsten Raum des ganzen Betriebes, nämlich in dem Filmlager, untergebracht war. Welche Apparate die Tafel im einzelnen enthielt, konnte ich nicht feststellen, da sie, wie gesagt, mitverbrannt ist. Aus dem Schutthaufen konnte ich lediglich einen Schalthebel ermitteln, der zeigte, daß auf dieser Verteilungstafel einfache offene Schalthebel angebracht waren. Die Regale, aus denen die Films lagerten, begannen in einem Abstande von ungefähr $^1/_2$ m von dieser Tafel. Da beim Ein- und Ausschalten gewöhnlich Funkenerscheinungen auftreten, aber auch beim Durchschmelzen von Sicherungen solche entstehen können, so ist es ohneweiteres klar, daß die Unterbringung der Verteilungstafel mit offenen Apparaten in diesem Raum grob fahrlässig ist.

Es sei dahingestellt, ob ein Filmlager als ein feuergefährlicher oder explosionsgefährlicher Lagerraum im Sinne der Vorschriften anzusehen ist. Faßt man ihn als feuergefährlichen Raum auf, was e r m i n d e s t e n s ist, so müßten Sicherungen, Schalter und ähnliche Apparate nach § 34 b in feuersicher abschließenden Schutzverkleidungen untergebracht sein. Wird der Raum als explosionsgefährlich aufgefaßt, so müßten die Apparate nach § 35 a besondere explosionssichere Bauart haben, besser natürlich überhaupt nicht in diesem Raume untergebracht werden. Auch die Dosenschalter an der Wand würde ich nicht i n einen solch gefährlichen Raum setzen, sondern a u ß e n an der Tür anbringen. Zur Beleuchtung explosionsgefährlicher Räume sind außerdem nur Glühlampen zulässig, die mit starken Überglocken, die auch die Fassung dicht einschließen, versehen sein müssen. Auch der Kleberaum ist mindestens ein feuergefährlicher, wenn nicht explosionsgefährlicher Raum. Auch hier gilt das eben Gesagte.

Wenn die Anlage von einem Fachmann der Elektrotechnik geprüft worden wäre, so hätte auf die oben geschilderten vorschriftswidrigen und gefährlichen Zustände unbedingt aufmerksam gemacht werden müssen.

Inwieweit die baupolizeilichen Vorschriften eingehalten sind, vermag ich nicht zu beurteilen. Gewundert habe ich mich, daß das doch immerhin verhältnismäßig große Filmlager sowie der ebenfalls verhältnismäßig gefährliche Kleberaum durch einfache dünne Wände von den übrigen Räumen des Betriebes und auch von den Räumen der fremden Betriebe getrennt ist. Auch waren die Türen zum Filmlager zwar mit Eisenblech beschlagen, im übrigen aber einfache Holztüren mit Holzrahmen. Gewundert habe ich mich ferner, daß der Kleberaum nur eine einzige, in der einen Ecke des Raumes liegende Tür hat. Bricht in dem der Tür benachbarten Teil des Raumes ein Feuer aus, so ist den darin befindlichen Personen der Ausgang vollständig abgeschnitten.

Nachträglich, das heißt nachdem die Filmgesellschaft schon längst ihren Betrieb eingerichtet und aufgenommen hatte, ist nun zu allem Unglück noch ein anderer Betrieb in unmittelbare Nähe des Filmbetriebes gekommen, dessen elektrische Anlage nach meinen Ermittlungen unter Umständen die Ursache des Brandes sein kann. Fast an das Filmlager angrenzend, lediglich durch einen schmalen Gang und durch Wände getrennt, befindet sich ein elektrischer Prüfraum, in welchem eine Akkumulatorenbatterie, bestehend aus 24 Elementen, aufgestellt ist und in welchem sich außerdem eine große Anzahl Schaltapparate, Meßinstrumente, Regulierwiderstände usw. befinden. Die sämtlichen Schalttafeln dieses Raumes bestehen ebenfalls aus Holz, die Apparate sind also auf Holz und nicht auf feuersicherem Material montiert. Die Hauptschalttafeln mit zahlreichen Schaltern und Apparaten sind u n m i t t e l b a r o b e r h a l b der Akkumulatorenbatterie angebracht. Eine besondere Ventilationsanlage zum Abführen der beim Laden entstehenden explosiblen Knallgase habe ich nicht entdecken können. § 10 der Betriebsvorschriften bestimmt, daß offene Flammen und glühende Körper während der Überladung nicht benutzt werden dürfen. Da aber in dem vorliegenden Falle Schalter und Regulierwiderstände in dem Raume untergebracht waren, so war das Entstehen von offenen Flammen (Öffnungsfunken) gar nicht zu vermeiden, und kann durch Überlastung von Widerständen ein Glühen derselben entstehen.

Für einen normalen Betrieb würde die eben geschilderte Einrichtung des Akkumulatorenraumes naturgemäß vollständig unvorschriftsmäßig und zu verwerfen sein. Der Betrieb hat jedoch die Entschuldigung des § 37 der Vorschriften zu seinen Gunsten, daß es sich nämlich um Prüffelder und Laboratorien handelt, die den allgemeinen Vorschriften leider nicht unterliegen. Ich bin jedoch der Ansicht, daß im vorliegenden Falle, wo so gefährliche Betriebe in einem Gebäude vereinigt sind und wo das Prüffeld in unmittelbarer Nähe des Filmlagers angelegt wurde, Vorsicht geboten gewesen wäre, besonders da hier bei einem, wenn auch nur kleinen Brande das Feuer infolge der dünnen Wände und der Deckenkonstruktion nur schwer zu lokalisieren ist.

Es ist nun in dem vorliegenden Falle die Möglichkeit denkbar, daß die Akkumulatorenbatterie geladen wurde, die Fenster des Raumes geschlossen waren und daß sich infolgedessen in dem Raum ein explosibles Knallgas entwickelte. Auch kann eine in unmittelbarer Nähe der Tür im Nachbarraum vorhandene Gasleitung mit freiliegenden Schlauchanschlußstutzen, eventuell noch eine Anreicherung des Gemisches mit Leuchtgas, herbeigeführt haben. Durch irgend eine Schaltung, welche eine Funkenbildung zur Folge hatte oder vielleicht aber durch Rauchen des in dem Raume beschäftigten Angestellten, der ebenfalls umgekommen ist, könnte sich dieses Knallgas entzündet und dadurch eine Explosion hervorgerufen haben. Für diese Möglichkeit spricht der Umstand, daß die Abgrenzungswand nach a u ß e n umgestürzt sein muß, was nicht möglich wäre, wenn eine Explosion im Raum der anderen Gesellschaft, also außerhalb dieses Raumes stattgefunden hätte. Daß die Wand nach außen umgestürzt sein muß, ergibt sich schon daraus, daß im Innern des Raumes Apparate, die auf einem Tisch in unmittelbarer Nähe dieser Wand gestanden haben, unverletzt geblieben sind. Ein besonderer Raum für die Flaschen mit Schwefelsäure und destilliertem Wasser scheint nicht vorhanden gewesen zu sein, jedenfalls standen zur Zeit des Unfalles je ein Ballon mit Säure und Wasser in dem zum hinteren Notausgang und zur Haupttreppe führenden Gang und versperrten denselben zum größten Teil.

Ich bin selbstverständlich nicht Brandsachverständiger und kann infolgedessen kein Urteil darüber abgeben, wo das Feuer vermutlich entstanden ist. Nach meiner in dieser Beziehung laienhaften Ansicht aber kann das Feuer unmöglich, wie der erste Bericht der Feuerwehr besagt, in dem Kleberaum ausgebrochen sein, sondern der Ausgangspunkt des Brandes kann meines Erachtens nach nur entweder im Filmlager oder in dem eben geschilderten Prüfraum liegen.

Die tatsächliche Ursache und die unmittelbare Schuldfrage wird sich wohl im vorliegenden Falle nie klären lassen, da, wie gesagt, der größte Teil der Beteiligten nicht mehr am Leben ist. Die Lehre aber, die man aus diesem Brandunglück unbedingt ziehen muß, ist die, daß die Besitzer elektrischer Anlagen es zu ihrer eigenen Sicherheit und Beruhigung nicht versäumen sollten, die von den Feuerversicherungsgesellschaften vorgeschriebene regelmäßige Revision durch w i r k l i c h e elektrotechnische Sachverständige vornehmen zu lassen. Die Feuerversicherungsgesellschaften aber sollten mit aller Energie dafür sorgen, daß die vorgeschriebenen periodischen Revisionen tatsächlich auch stattfinden.

Eine vorschriftsmäßig ausgeführte elektrische Anlage ist die feuer- und betriebssicherste Anlage, die es überhaupt gibt. Das schreckliche Brandunglück braucht daher keine Beunruhigung hervorzurufen, wenn Behörden und Versicherungsgesellschaften nicht nur die Einhaltung der Vorschriften anordnen, sondern auch die Durchführung dieser Anordnung durch Sachverständige, die wirklich in der Lage sind, die teilweise komplizierten Verhältnisse zu beurteilen, kontrollieren lassen. Es liegt dies sowohl im Interesse der einzelnen und der Angestellten, als auch der Allgemeinheit und vor allem auch im Interesse der gesamten Elektrotechnik.

Fritz Hoppe.

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

BBC-Masttransformatoren. Als oberste Grenze für die Betriebsspannung bei Masttransformatoren sind ungefähr 30 000 V zu setzen, weil mit der steigenden Oberspannung durch den vermehrten Aufwand an Isolatorenmaterial, Vergrößerungen des Kastens usw. das Transformatorengewicht so zunimmt, daß von einer gewissen Spannung an der Anschaffungspreis in keinem Verhältnis zur Leistung steht. Die A. G. B r o w n, B o v e r i & Co. in Baden führt Masttransformatoren für Oberspannungen von 20 bis 25 000 V aus. Die konstruktive Durchführung des Stangentransformators ist in der inneren Ausführung die gleiche wie bei normalen Öltransformatoren. Die Unterschiede zeigen sich nur in der Konstruktion des Deckels und der Einführungsisolatoren. An dem kräftigen Gußdeckel ist der aktive Teil des Transformators befestigt und kann somit ausgehoben werden. Die Porzellandurchführung wird in Flanschen eingekittet, die an den Deckelaugen befestigt werden; sie sind mit Regenschutz versehen. Bei Spannungen bis 10 000 V werden die Anzapfungsklemmen, durch Porzellankappen geschützt, auf dem Deckel angebracht. Für höhere Spannungen sind die Anzapfungen unter den Ölspiegel gelegt; es erschien nicht ratsam, die Anzapfungen über den Deckel zu führen. Die Transformatoren

Digitized by Google

stehen zumeist in Wellblechkesseln, die am Boden Augen besitzen, zur Befestigung an der Tragkonstruktion. Einphasentransformatoren werden bis 50 kVA, Drehstromtransformatoren bis 70 kVA ausgeführt. Abb. 1 zeigt den Deckel eines solchen Transformators. An dem Isolator *a* zur Einführung der Oberspannung ist die Porzellankappe *b* mit Regenschutz abgehoben. Man erkennt dadurch die Anzapfungsklemme *c*. *d* ist der Flansch für die Porzellandurchführung; bei der Öse *e* greift das bei der Montage des Transformators über einen Flaschenzug geschlungene Seil an. *f* sind die Durch-

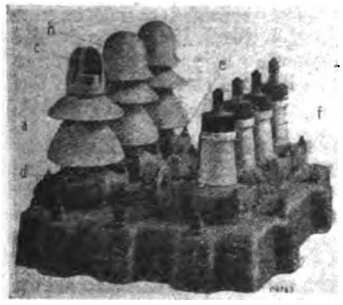


Abb. 1.

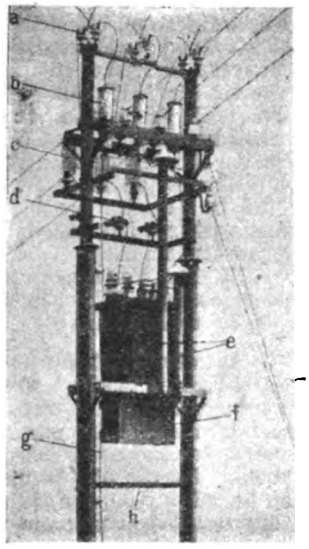


Abb. 2.

führungen für Niederspannungen. Abb. 2 zeigt den Zusammenbau einer Masttransformatorstation für 5000 V. Die beiden in einem Abstand von 1 m aufgestellten Maste (Eisenmaste oder Holzmaste) werden durch mehrere Eisentraversen und Profileisen zusammengehalten. Die oberste Traverse dient zur Befestigung der Hörnerableiter *a*, die nächste hält die Abspannisolatoren auf der einen Seite für die Hoch-, auf der anderen für die Niederspannung. Der Raum dazwischen wird von dem Erdleitungswiderstand *b* (Glyzerin-Kies) ausgefüllt. Die nächste Traverse trägt mittels Stützisolators die Schutzdrosselspulen *c* als Überspannungsschutz. Die abschaltbaren Hochspannungssicherungen *d* sind auf der folgenden Traverse befestigt. Von den Niederspannungsklemmen führen durch ein Isolierrohr *e* die Leitungen zum Schaltkasten *f*, der an der Tragkonstruktion für den Transformator aufgehängt ist. Er enthält eine Marmortafel mit mehrpoligem Hebelschalter, Stöpselsicherungen, Walzenableiter und eine Überspannungssicherung. Eine Doppeltür mit Riegelverschluß schließt den Kasten nach außen ab. Von dort aus werden die sekundären Leitungen durch ein zweites Rohr *e* an die abgehende Freileitung geführt. Mit *g* sind zwei getrennte Erdleitungen bezeichnet, für den Anschluß der Blitzschutzapparate im Hochspannungskreis und des Walzenableiters im sekundären Kreis zur Erde. Meßinstrumente werden wegen Platzmangel nicht eingebaut. Der Mast kann durch eine Leiter zugänglich gemacht werden. Bei einer anderen Type eines Masttransformators sind Hochspannungssicherungen und Transformatoren in einem einzigen Kasten untergebracht, der mittels Doppeltüren zugänglich gemacht wird. (BBC Mitteilungen, IV, Heft 11, 1917.)

Stromwärme in Drehstromkollektorankern. M. Ernst. In der Leerstellung eines Drehstromkollektorankers mit sechs Bürsten ist die Stromwärme gleich Null; es fließt kein Strom durch die Ankerwicklung. Bei Verschiebung einer Hälfte der Bürsten steigen die Kupferverluste. Der Verfasser erläutert an Hand von Diagrammen die Stromverteilung auf die Wicklung bei verschiedenen Bürstenstellungen. Es zeigt sich, daß die Stromverteilung auf die Ankerdrähte von der ungleichen Impedanz der parallelen Zweige unabhängig ist. Wenn J der Effektivwert des Phasenstromes in den Zuleitungen zum Anker, r_s der Widerstand eines Ankerdrahtes, z die Zahl der Ankerdrähte ist, so ergibt sich bei Durchmesserwicklung die Stromwärme $V = J^2 . r_s . z$ für Bürstenwinkel von $\alpha = 180^0$ bis $\alpha = 120^0$, also konstant; für Winkel kleiner als 120^0 ist $V = J^2 r_s z . \alpha/120^0$. Bei Sehnenwicklung sind die Verhältnisse in bezug auf Stromverteilung und Stromwärme wesentlich gleich. Bei nicht sinusförmiger Spannungswelle nehmen die Harmonischen Einfluß, weil ihre zeitliche Verschiebung gegen die Spannung größer ist als die der Grundwelle, sie verteilen sich aber in gleicher Weise wie diese auf die beiden Ankerzweige. Von $\alpha = 0$ bis $\alpha = 180^0$ verläuft die Stromwärme nach der obigen Gesetzmäßigkeit. Die Kurvenform der Drahtströme ist dieselbe wie die der Bürstenströme.
(E. T. Z. 39, Heft 19, 1918.)

Telegraphie und Telephonie.

Über die Berechnung von Übertragern für Telephonzwecke. Ragnar Holm. Der Verfasser hat sich zur Aufgabe gestellt, für zwei Leitungsgebilde mit den Scheinwiderständen bezw. Charakteristiken Z_1 und Z_2, die mittels Übertrager miteinander verbunden werden sollen, den zweckmäßigsten Übertrager zu berechnen. Hiebei sind zwei Aufgaben zu lösen. Der Übertrager ist so zu berechnen, daß bei bestimmter Spannungsamplitude am Anfang der ersten Leitung eine möglichst große Energie in die zweite Leitung hineingeschickt wird. Hiezu kommt als Zusatzbedingung, der Übertrager müsse die beste Ausnutzung der in der einen wie in der anderen Richtung in die Leitung gesandten Energie ermöglichen. Verfasser leitet nun für die in das zweite Leitungsgebilde gelangende Energie W eine allgemeine Gleichung ab, aus der hervorgeht, daß W direkt proportional ist Z_2 und $\cos\varphi$ (φ = Phase von Z_2) und umgekehrt proportional einer gewissen Größe (H^2). Es wird nun untersucht, unter welchen Bedingungen (H) den kleinsten Wert annimmt. Diese Bedingungen betreffen das Übersetzungsverhältnis n und die Scheinwiderstände der Primär- und Sekundärwicklungen des Übertragers, L_1 und L_2. Unter sehr vereinfachenden Voraussetzungen gelangt der Verfasser zu den schon früher von Breisig (Theoret. Telegraphie, S. 339) angegebenen Gleichungen. Er geht aber weiter und leitet unter Berücksichtigung von Widerstand, Eisenverlusten, Windungskapazitäten und Streuung allgemeine Gleichungen für das Zustandekommen eines kleinstmöglichen (H) ab. Ausführlich werden die Methoden, Windungskapazitäten, Eisenverluste und Streuung zu berücksichtigen in einigen eigenen Abschnitten auseinandergesetzt. Diese Abschnitte enthalten auch einige Anweisungen und numerische Angaben zur Berechnung der Kapazitäten und der Eisenverluste. Der Einfluß einiger Größen (wie zum Beispiel der Phase des Z_1, der Eisenverluste, der Kapazitäten) ist meistens klein. Der Einfluß dieser Größen wird daher meistens unter Vernachlässigung der übrigen untersucht. In vielen Fällen kann der Einfluß der Abweichungen vom günstigsten Falle durch Schätzungen annähernd genau bestimmt werden. Diesbezüglich gibt der Verfasser wertvolle Fingerzeige unter Anführung von Beispielen. Im allgemeinen erhöht sich der Effekt des Übertragers mit wachsender Kreisfrequenz w. Eine Ausnahme bildet der Fall eines sehr großen Z_2. Dieser Fall stellt sich überhaupt als ein Sonderfall mit hervortretender Bedeutung der Kapazitäten dar. Sind Z_1 und Z_2 von derselben mäßigen Größenanordnung, so kann meistens mit den sehr einfachen Breisigschen Gleichungen gerechnet werden, um die zweckmäßigste Übersetzungszahl und die Größe der primären Selbstinduktion zu finden. Zum Schluß werden auch die entsprechenden Gleichungen für den Fall abgeleitet, daß es sich um Energieströme nach beiden Richtungen handle, wobei neuerlich erwiesen wird, daß die Breisigschen Gleichungen, wenn Effektverluste bis zu 25% noch vernachlässigt werden können, für alle Fälle außer dem eines großen Wertes (Z_2/Z_1) recht brauchbar sind.
(Archiv für Elektrotechnik, 6. Bd., 4. u. 5. Heft, 1917.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Der Elektrostahlofen von Greaves-Etchells. B. Neumann. Unter den in England seit Kriegsbeginn errichteten Elektrostahlöfen findet sich in einer großen Anzahl (20 bis 30) eine neue Bauart von H. Q. Greaves und H. Etchells*). Der Ofen (Abb. 3) ist für Dreiphasenstrombetrieb eingerichtet, und zwar

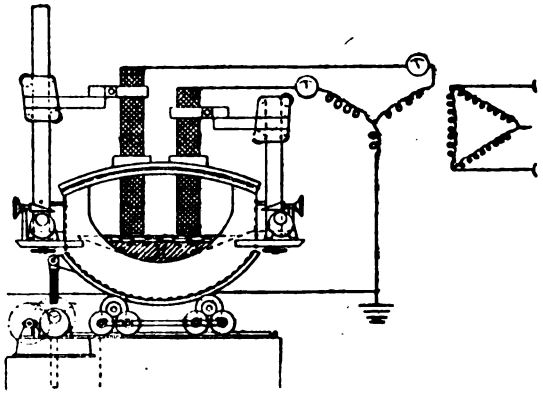


Abb. 3.

sind zwei Phasen mit den über dem Bade angeordneten Elektroden verbunden, die dritte mit einer unter dem leitenden Magnesitherd eingebauten Kupferplatte. Die Herdauskleidung wird so hergestellt, daß sie auf der Badseite einen erheblichen elektrischen Widerstand aufweist, der nach außen hin stark abfällt. Auf diese Weise soll eine große Wärmesammlung unmittelbar unter dem Metallbade erreicht werden. Der Deckel des Ofens ist abnehmbar und mit Quarzsteinen gefüttert. Es werden

*) E. u. M. 1918, Heft 1, Seite 10.

Digitized by Google

Öfen gebaut für 0·5, 1·5, 3 und 6 t Einsatz, die entsprechend 260, 520, 800 und 1560 kW aufnehmen. Der 6 t-Ofen besitzt vier Elektroden. Bei dem auf den Crescent Steel Works in Sheffield aufgestellten 3 t-Ofen wird der Hochspannungsstrom auf 80 V für das Einschmelzen und 65 V für die Raffinationsarbeiten transformiert. Das Einschmelzen und Fertigmachen von 2·5 t Schnelldrehstahl dauert etwa 4 h. Der Leistungsfaktor beträgt 0·9. Zur Milderung von Stromstößen bei Kurzschluß der Elektroden ist eine besondere Transformatorenverbindung vorgesehen, so daß jeder Kurzschlußstrom einer Elektrode zwei in Reihen geschaltete Transformatoren verschiedener Phase durchlaufen muß.

(Stahl u. Eisen 1918, Heft 15.)

Unfälle.

Tödlicher Unfall unter Tage durch Drehstrom von 64 V Phasenspannung. Nach Mitteilungen des Dampfkessel-Überwachungsvereines der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund ereignete sich der Unfall in einer Maschinenkammer unter Tage, in der eine Schaltanlage für 2000 V Drehstrom untergebracht ist. In der Maschinenkammer befindet sich außerdem noch eine eiserne Zelle mit eingebautem Drehstromtransformator, der die Spannung zu Beleuchtungszwecken auf 110 V, verkettet zwischen zwei Phasen gemessen, ermäßigt. Die Transformatoren sind durch vier Durchschlagsicherungen für Niederspannungsnetze, welche den bei durchgeschlagener Hochspannungswicklung in den Niederspannungskreis übertretenden Hochspannungsstrom ableiten sollen, gesichert. Die Durchschlagsicherungen bestehen aus mehreren, abwechselnd geschichteten Metall- und Isolationsscheiben, deren erstere mit der Niederspannungswicklung leitend verbunden ist, wobei drei Sicherungen an die Klemmen des Transformators, die vierte an den Sternpunkt desselben angeschlossen ist (Abb. 3). Auf der obersten Metallplatte befindet sich ein mit derselben leitend verbundener Lampensockel, zu dem der untere Pol (in der Abbildung rechts) durch einen isolierten Stift mitten durch die Scheiben der Durchschlagsicherung hindurchgeführt ist, so daß beim Einschrauben der Lampe die Sicherung überbrückt ist. Drei der Durchschlagsicherungen sind mit Lampen versehen, die vierte mit einem Kurzschlußsteckkontakt. Die Lampen sind im gewöhnlichen Betrieb nicht eingeschaltet, waren es jedoch im vorliegenden Falle. Die obersten spannungsführenden Metallscheiben der Sicherung besitzen, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, gegen den Sternpunkt bezw. gegen Ende eine Spannung von rund 64 V.

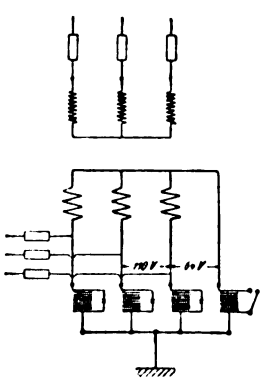


Abb. 3.

Der Verunglückte wurde vor der offenen Transformatorzelle, mit dem Kopfe noch im Türrahmen liegend, besinnungslos aufgefunden; neben ihm lag eine neue Glühlampe, welche er offenbar erproben wollte; zu diesem Zwecke stützte er sich mit der rechten Hand auf das Gehäuse des Transformators, um mit der linken Hand die erste Lampe der Sicherung abzuschrauben. Hiebei kam seine Handfläche mit der obersten, spannungführenden Metallplatte in Berührung, wodurch der Strom durch die Arme über das geerdete Gehäuse des Transformators geschlossen wurde. Auf diese Weise sind die Verbrennungen an drei Fingern der rechten Hand zu erklären. Trotz angestellter Wiederbelebungsversuche starb der Verunglückte bei vollkommener Bewußtlosigkeit. Der beschriebene Vorgang erklärt sich aus der bei Ortsbesichtigung vorgefundenen verbrannten Haut am oberen Gehäusedeckel des Transformators und den Fingerspuren auf der ersten Glühlampe der Überspannungssicherung. Der Isolationszustand des Transformators und der hochspannungsführenden Maschinen und Vorrichtungen war klaglos. Die zwischen den beiden Berührungspunkten an Ort und Stelle gemessene Potentialdifferenz betrug nur 60 V.

(Glückauf, 15. 6. 1918.)

Wirtschaftliches.

Die Vorausberechnung der Selbstkosten von Elektrizitätswerken. B. Soschinski. Die bisherigen Grundlagen der jährlichen Gestehungskosten K_g, die von der linearen Gleichung $K_g = A + b\,E$ ausgehen, worin A die gesamten festen, b die beweglichen Kosten der kWh, E die Jahresenergie bezeichnen, gelten nur dann, wenn A und b annähernd konstant bleiben, wogegen im anderen Falle die Selbstkostenkurve nicht mehr geradlinig verläuft. Um daher eine geeignetere Grundlage für Vorausberechnungen zu erhalten, wird ein Verfahren entwickelt, nach welchem der zukünftige Kohlenverbrauch, auch bei ungleichen Maschineneinheiten, auf Grund der Jahresbelastungskurve durch eine Exponentialkurve mit Hilfe der drei Verbrauchsgrößen: Höchste, mittlere und geringste Jahresbelastung im voraus eingeschätzt werden kann. Hiebei kann die von Rossander angegebene Exponentialgleichung für die Belastung $N_t = a + b\,t^{\lambda}$ benützt werden, worin a, b und λ Konstante, t die Belastungsdauer bedeuten. Die mittlere Belastung N_m stellt sich dann als Quotient der erzeugten Energie E und der Jahresdauer (8760 h) bezw. eines bestimmten Quotienten des Jahresbelastungsmaximums dar. Der mittlere Kohlenverbrauch für 1 kWh läßt sich dann an Hand der Jahresbelastungskurve leicht berechnen. Die Kohlenverbrauchscharakteristik bei verschiedenen Belastungen (in Kalorien pro h) wird für die einzelnen Teile der Maschinenanlage als gerade Linie dargestellt, die zugleich den Wirkungsgrad dieses Teiles erkennen lassen, wenn alle Energiegrößen in Kalorien pro h ausgedrückt werden. Aus der Jahresbelastungskurve läßt sich dann der den verschiedenen Belastungen entsprechende mittlere Kohlenverbrauch durch Zerlegung derselben ermitteln. Das Verfahren wird an einem allgemeinen Beispiel und dem besonderen Fall einer gleichmäßigen Belastung durch Großabnehmer näher erläutert. (E. T. Z. 1918, Hefte 13 u. 14.)

Ausfuhr elektrischer Energie aus der Schweiz. Der Export elektrischer Energie ins Ausland*) erfuhr kürzlich in der Schweiz durch Verordnung des Bundesrates auf Grund des neuen schweizerischen Wasserrechtes**) seine gesetzliche Regelung. Der bisher in dieser Richtung bestandene Rechtszustand gründete sich auf den „Bundesbeschluß über die Abgabe inländischer Wasserkräfte ins Ausland" vom 31. März 1906, der die Ausfuhr elektrischer Energie aus dem Gebiet der Eidgenossenschaft von einer Bewilligung des Bundesrates abhängig machte, die auf höchstens 20 Jahre und nur dann erteilt wurde, wenn die Wasserkraft nicht im Inlande Verwendung finden konnte. Außerdem war Widerruf gegen Entschädigung jederzeit möglich. In nahezu gleichlautender Weise finden sich diese Bestimmungen in Art. 8 des erwähnten neuen schweizerischen Wasserrechtes, das die Lieferung elektrischer Energie ins Ausland nur für eine „bestimmte Dauer" vorsieht, ohne sie aber von vornherein auf eine bestimmte Zahl von Jahren zu fixieren, vielmehr soll es nach der in Rede stehenden neuen Verordnung Sache des Bundesrates sein, in jedem einzelnen Falle die Dauer des Lieferungsvertrages festzusetzen. Die Annahme des Art. 8 stieß gelegentlich der Behandlung der Wasserrechtsnovelle in den beiden gesetzgebenden Körperschaften der Schweiz zu Anfang 1916 auf Schwierigkeiten, da von verschiedener Seite die „Ausfuhr von Wasserkräften" als schwere Schädigung des eigenen Landes und dessen Wirtschaft bezeichnet wurde. Gegen diese Auffassung wandte sich im März 1916 der Schweizerische Elektrotechnische Verein in einer Eingabe an den Ständerat, in der er geltend machte, daß gerade im Gegenteil die Ausfuhr elektrischer Energie, soweit sie nicht im Inland Verwendung finden könne, volkswirtschaftlich von Vorteil sei, als oft erst durch die Möglichkeit eines Absatzes der elektrischen Energie im Ausland der einzig rationelle Vollausbau einer inländischen Wasserkraft finanziell gesichert sei. Im übrigen handle es sich bei der Ausfuhr von elektrischer Energie nicht um die Ausfuhr von Wasserkraft, sondern um die Lieferung eines Produktes gleich der irgend eines andern Industrieproduktes. Diese Auffassung erwies sich als durchaus richtig. Allerdings ist auch in der Schweiz, wie überall, im Laufe der letzten Jahre Energiemangel und Energiehunger aufgetreten und es fehlte nicht an Stimmen, in der Hauptsache zwar von ganz unberufener Seite, die sich in schärfster Form gegen die Ausfuhr elektrischer Energie wandten. Demgegenüber ist aber wieder zu sagen, daß eine Reihe großer schweizerischer Elektrizitätswerke ohne die günstigen Absatzmöglichkeiten im Ausland heute überhaupt nicht beständen und deshalb auch nicht in der Lage wären, die von ihnen erzeugte, in der Schweiz verbrauchte Energie zu relativ billigem Preise abzugeben. So beziehen beispielsweise die Rhätische Bahn und die Bernina-Bahn ihren Strom aus dem gewaltigen Kraftwerk in Campolegna (Kanton Graubünden), das sonst ausschließlich der Versorgung des Mailänder Industriebezirkes dient. Mehr oder weniger ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem mittlerweile in den Besitz der Nord-Ostschweizerischen Kraftwerke übergegangenen Kraftwerk Beznau a. d. Aare, der Zentrale Olten-Gösgen sowie bei den Grenzkraftwerken Lauffenberg und Augst-Wyhlen.

In außerordentlich klarer Weise erläutert Prof. Dr. Wyssling im „Bulletin" des S. E. V., Jhrg. 1918, S. 93, die neue Verordnung, an deren Zustandekommen der Genannte als Vorsitzender der von der Schweizerischen Wasserwirtschaftskommission eingesetzten Subkommission, die die Durchberatung und Textierung des Entwurfes zu besorgen hatte, in hervorragender Weise beteiligt war.

*) E. u. M. 1918, Anzeiger, Heft 22, Seite 91.

**) E. u. M. 1912, Seite 668.

Digitized by Google

Über die bei der Abteilung für Wasserwirtschaft des Departements des Innern einlaufenden Gesuche um Erteilung einer Ausfuhrbewilligung entscheidet der Bundesrat nach Anhören der Regierungen jener Kantone, auf deren Gebiet die benutzten Gewässerstrecken liegen oder deren Gebiet durch dasjenige elektrische Leitungsnetz versorgt wird, dem die auszuführende Energie entnommen wird. Außerdem wird jedes Ausfuhrgesuch auf Kosten des Gesuchstellers im Bundesblatt und im Schweizerischen Handelsblatt mit der Aufforderung veröffentlicht, allfälligen Strombedarf im Inland innerhalb einer bestimmten Frist anzumelden. In dringenden Fällen kann der Bundesrat ohne vorheriges Befragen der Kantonsregierungen Ausfuhrbewilligungen erteilen, die aber hinfällig werden, wenn sie nicht innerhalb eines Jahres in endgültige Ausfuhrbewilligungen umgewandelt werden. Eine Bewilligung wird nur erteilt, wenn das öffentliche Wohl durch die Ausfuhr nicht beeinträchtigt wird und nur so weit, als die Energie für die Zeit der Bewilligung im Inland keine Verwendung finden kann. Doch kann jede bereits erteilte Bewilligung widerrufen werden, und zwar auch ohne Entschädigung, wenn die Ausfuhrbedingungen trotz Verwarnung nicht eingehalten werden. Zu diesen gehört die Einhaltung der Höchstpreise der zur Ausfuhr bewilligten maximalen Leistung, für die der Ausfuhrberechtigte eine Jahresgebühr von 20 Rp. pro bewilligtes kW an die Abteilung für Wasserwirtschaft zur Deckung der Verwaltungskosten abzuführen hat. Einen breiten Raum in der neuen Verordnung nehmen die Bestimmungen über die zur Kontrolle der Größe der ausgeführten Leistung notwendigen Meßeinrichtungen ein, die der Ausfuhrberechtigte auf eigene Kosten zu erstellen und zu unterhalten hat. Diese bestehen bei Ausfuhrmaxima bis 50 kW aus einem, bei Ausfuhrmaxima bis 200 kW aus zwei (gleichen) Elektrizitätszählern mit Maximalverbrauchs-Anzeigevorrichtung. Bei Ausfuhrmaxima über 200 kW tritt zu den genannten zwei Zählern ein registrierendes Wattmeter. Die Zähler sollen mit Rücklaufhemmung versehen sein. Die bei „Ausfuhr"-Spannungen über 1000 V zur Verwendung kommenden Strom- und Spannungswandler für 5 A bezw. 100 V sekundären Meßbereich haben ausschließlich Meßzwecken zu dienen. Des weiteren enthält die Verordnung ausführliche Bestimmungen über Aufstellung und Anordnung der Instrumente, über Durchführung der Kontrollmessungen, deren Resultate samt den Registrierstreifen der Wattmeter laufend der Abteilung für Wasserwirtschaft einzusenden sind, sowie über Revision und Neueinstellung der Meßgeräte in einer behördlicherseits zu bezeichnenden Eichstätte, als welche jene des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins in Aussicht genommen ist, dessen Starkstrominspektorat*) auch mit der periodischen Durchführung der Kontrollmessungen betraut werden soll. *K. S.*

Chronik.

Die 24. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Der Verband hat am 31. Mai und 1. Juni l. J. in Berlin seine 24. Jahresversammlung abgehalten, gleichzeitig als Feier seines 25jährigen Bestehens. In der Festversammlung gab der Vorsitzende Dr. G. Klingenberg einen kurzen Abriß der bisherigen Tätigkeit des Verbandes und machte die Mitteilung von einer Jubiläumsgabe der deutschen elektrotechnischen Industrie, die die Bestimmung hat, dem Verband die Durchführung größerer Aufgaben zu ermöglichen. Handelsminister Dr. Sydow sprach dem Verband den Dank der Regierung dafür aus, daß er es in seiner Tätigkeit verstanden hat, das deutsche Wirtschaftsleben reich zu befruchten und im Zusammenwirken mit den Behörden das Gemeinwohl zu fördern. Der Minister betonte die Bedeutung der Sicherheitsvorschriften für die Entwicklung der Elektrotechnik, hob die Leistungen der elektrotechnischen Industrie im Kriege hervor und wies auf das reiche Feld der Tätigkeit hin, das dem Verband in Zukunft bei der Versorgung Preußens und anderer deutscher Staaten mit Elektrizität offen steht. Die Regierung beabsichtigt nicht, die privatwirtschaftlichen und kommunalen Betriebe von der Erzeugung oder Verteilung des Stromes auszuschalten oder ihren Ausbau zu beschränken; die Regierung will nur von Fall zu Fall mit besonderen staatlichen Anlagen oder mit staatlicher Beteiligung da helfend eingreifen, wo es zweckmäßig oder geboten ist, entweder wo dem Staat besondere Kraftquellen zur Verfügung stehen, oder wenn wirtschaftlich schwächere Landesteile zu versorgen sind.

Die Technische Hochschule zu Berlin hat die Mitglieder des Verbandes Prof. Dr. E. Budde, Prof. Dr. G. Klingenberg und den Generalsekretär Ing. Dettmar durch Verleihung des Ehrendoktorates ausgezeichnet. Dr. W. v. Siemens wurde zum Ehrenmitglied des Verbandes ernannt und Generalsekretär Dettmar eine Ehrengabe überreicht. Prof. Dr. Ing. Petersen hielt den Festvortrag „Die Hochspannungsstraßen der Elektrizität". Wir werden über diesen Vortrag später berichten. Prof. E. Gumlich bot in einem Vortrag ein Bild über die wissenschaftliche Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durch seinen Bericht über die Untersuchungen der magnetischen Eigenschaften von Eisenlegierungen.

In der Geschäftsversammlung berichtet Generalsekretär Dettmar über die Verbandstätigkeit seit der letzten Jahresversammlung, besonders über die Arbeiten der Kommission, Der Verband umfaßt 22 Vereine mit 5500 Mitglieder. Die Besichtigung des Elektrizitätswerkes Golpa beschloß die Feier.

Institut für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung.*) Unter Vorsitz des Herrenhausmitgliedes Geh. Rat Dr. Wilhelm Exner fand am Sonntag, den 7. Juli im Sitzungssaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines eine außerordentliche Generalversammlung des Institutes statt. Herr Direktor Ing. Fritz Dörner besprach in einem Vortrage die Frage der Stickstoffversorgung im Zusammenhange mit der Kohlenversorgung und Nebenproduktenerzeugung und betonte, daß die Konkurrenz des Chilesalpeters nicht zu vernachlässigen ist und eine ausgiebige Propaganda nötig sein wird, um den Stickstoffabsatz, entsprechend der gesteigerten Erzeugung, zu heben.

Um der Gesellschaft eine breitere Grundlage zu geben und die Allgemeinheit an den Arbeiten des Instituts teilnehmen zu lassen, wird beschlossen, eine neue Art von Mitgliedern zu schaffen, die als Teilnehmer, bei Leistung eines geringen Beitrages, die Veröffentlichungen des Institutes erhalten. Generaldirektor Keller beantragt die Durchführung der dadurch nötigen Statutenänderung und bringt den Bericht über Verwaltungsangelegenheiten zur Verlesung. Professor Strach berichtet über die Arbeiten der fachtechnischen Sektionen des Institutes.

Geheimer Rat Dr. Exner verwies in seiner Zusammenfassung der bisherigen Tätigkeit des Institutes auf ähnliche Einrichtungen des Auslandes**) und insbesondere darauf, daß derartige Bestrebungen in anderen Staaten seitens der Behörden und sonstigen Faktoren eine weitaus größere Unterstützung und Förderung finden als hierzulande; er hofft, daß sich die Erkenntnis der wichtigen Ziele solcher Bestrebungen mit der Zeit auch bei uns durchsetzen wird, wozu das Institut für Kohlenvergasung und Nebenproduktengewinnung nach Möglichkeit beitragen soll.

Außerordentliche Generalversammlung des Verbandes schweizerischer Elektrizitätswerke und der Glühlampen-Einkaufs-Vereinigung. Zu einer außerordentlichen Generalversammlung versammelten sich am 30. April d. J. die Mitglieder des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) und jene der Glühlampen-Einkaufs-Vereinigung (G. E. V.) in Olten. Zweck der Versammlung bildete die Auflösung der G. E. V. als selbständige Vereinigung und Übertragung ihrer Agenden in unveränderter Form an den V. S. E. Hiefür waren Erwägungen rein fiskalischer Natur ausschlaggebend. Sollte der V. S. E. seinen stets wachsenden Aufgaben gerecht werden, so bedurfte er unbedingt einer beträchtlichen Vermehrung seiner Einnahmen. Um nun nicht die Mitgliedsbeiträge erhöhen zu müssen, suchte man die neuen Einnahmen auf indirektem Wege zu beschaffen. Die G. E. V. konnte jährlich Fr. 12 000 erübrigen und gleichzeitig einen Reservefond anlegen. Nun soll der V. S. E. den Einkauf der Glühlampen für die Werke als besondere Abteilung seiner Geschäfte selbst besorgen unter gleichzeitiger Übernahme von Aktiven und Passiven der G. E. V. Für die Werke ist freilich damit ein Verzicht auf ihren Anteil am Reservefond der G. E. V. verbunden, andererseits aber kommt die finanzielle Stärkung des V. S. E. doch nur wieder den Werken zugute. Die Auflösung der G. E. V. und ihr Aufgehen in den V. S. E. wurde denn auch von den beiden Generalversammlungen fast diskussionslos genehmigt. In der Generalversammlung des V. S. E. berichtete dessen Präsident E. Dubochet von einer im Einvernehmen mit der Sekretariatskommission bereits durchgeführten zeitgemäßen Erweiterung des Generalsekretariats durch Angliederung einer wirtschaftlichen Abteilung an dasselbe. *K. S.*

Literatur-Bericht.

Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Von Professor Dr. G. Klingenberg. 60 Seiten und 16 Textfiguren. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer.

Der Inhalt dieser grundlegenden Arbeit, die einen Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure darstellt, ist bereits dieser Zeitschrift erwähnt.***) Es liegt hier eine ausgezeichnete sachliche Zusammenstellung und Übersicht über den Stand dieser äußerst zeitgemäßen Frage vor;

*) Vgl. E. u. M. 1917, S. 487.

*) E. u. M. 1918, Heft 1, Seite 10.
**) E. u. M. 1918, Heft 9. Seite 110.
***) E. u. M. 1918, S. 61 ff. und S. 167.

Digitized by Google

sie ist jedem auf diesem Gebiet tätigen Ingenieur und Fachmann als richtunggebend ganz besonders zu empfehlen. Die Arbeit enthält eine Menge wertvoller Rechnungsunterlagen und ermöglicht so die Durchrechnung individueller Fälle. Das ganze Gebiet ist natürlich noch im Werden, namentlich was die Gasgeneratoren und Destillationseinrichtungen anlangt. Es mögen hier nur die wichtigsten Schlußfolgerungen Klingenbergs angeführt werden.

Die Behauptung, die unmittelbare Verfeuerung der Kohle unter Verzicht auf die Gewinnung der Nebenprodukte stelle eine ungeheure Verschwendung von Brennstoffen und von Nationalvermögen dar, ist nach den aufgestellten Rechnungen irreführend. Es werden zwar in der Kohle enthaltene bedeutende Werte vernichtet; dem steht aber eine fühlbare Schonung unserer Kohlenvorräte gegenüber.

Die unmittelbare Verbrennung ist der Vergasung stets überlegen, wenn die Kohle mehr als 6 M/t kostet und wenn die Einnahme aus den Nebenprodukten weniger als 6·5 M/t Kohle beträgt. Gasmaschinen werden nur bei hohen Kohlenkosten und hohen Preisen von Nebenprodukten wirtschaftlicher als Dampfturbinenanlagen. Nebenproduktenanlagen in Kraftwerken sind unwirtschaftlich, wenn der Belastungsfaktor unter 60% sinkt oder die Belastung stark schwankt. Ihre Aussichten werden um so geringer, je kleiner das Kraftwerk ist. Erst Spitzenleistungen von 50 000 kW aufwärts sind wirklich erwägenswert.

Zurzeit besteht nach Klingenberg für weitere 6% der deutschen Kohlenerzeugung, das heißt für weitere 11 Mill. t Steinkohle Aussicht auf wirtschaftliche Gewinnung der Nebenprodukte durch Vergasung der Kohle in Generatoren.

Niethammer.

Dehnungsmessung am laufenden Riemen. Von Dr. Ing. Georg Steinmetz. Mit 26 Textabbildungen. München und Berin 1917. Verlag von R. Oldenbourg. Preis geh. Mk. 1·60.

In der vorliegenden Broschüre veröffentlicht der Verfasser die Ergebnisse seiner im Versuchsfelde für Maschinenelemente der königl. Techn. Hochschule zu Berlin durchgeführten Meßversuche an laufenden Riementrieben. Die Versuche waren bestimmt, einen weitgehenden Einblick in die Kräftewirkung im laufenden Riemen zu geben und insbesondere die Dehnung eines im Betriebe befindlichen laufenden Riemens an dessen verschiedenen Stellen zu messen, während er sich auf der treibenden Scheibe befand. Der Verfasser beschreibt vorerst die Versuchsanordnung, die hiebei angewendeten sehr sinnreichen elektrischen Methoden zur Feststellung der Riemengeschwindigkeit und zur Bestimmung der Riemendehnung, die durch Oszillographen und Stimmgabeldiagramme unterstützt wurden. Weiters werden die Fehlergrenzen bestimmt und in zwei Tabellen, sowie mehreren Diagrammen die Versuchsergebnisse für je einen Gummi- und einen Lederriemen in unbelastetem und belastetem Zustande zusammengestellt. Aus diesem Datenmaterial zieht der Verfasser am Schlusse die Folgerung, daß die Dehnung der Spannung um so weniger folgt, je höher die Geschwindigkeit ist, woraus sich ohneweiters ergibt, daß der schnellerlaufende Riemen eine geringere Längung erfährt, also unter sonst gleichen Umständen eine höhere Gesamtspannung aushalten kann, womit die Anschauungen Prof. Kammerers und Gehrkens bestätigt erscheinen.

Das verdienstvolle und vornehm ausgestattete Werkchen bildet einen äußerst wertvollen Beitrag zur Beurteilung der Kräfteverhältnisse bei laufenden Riementrieben.

Rubricius.

Einführung in die Funkentelegraphie. Von A. Deckert. In zwei Teilen. Erster Teil: Physikalische Grundlagen. Kempten und München, 1918. Verlag von J. Kösel. (Preis geb. Mk. 1·70).

Der Verfasser hat von August 1914 bis August 1915 an der Schule für Funkentelegraphie der kaiserlichen Marine in Flensburg Vorträge über Funkentelegraphie gehalten und gibt in dem vorliegenden Bändchen eine Bearbeitung des gleichen Stoffes, die sich in der Art der Darstellung der dort gebrauchten Methode anschließt. Der erste, bisher erschienene Band enthält die physikalischen Grundlagen. Sie sind für den Laien berechnet, der noch keine Vorkenntnisse mitbringt, und daher nur auf die Darlegung der einfachsten Gesetze der Elektrizität und des Magnetismus beschränkt. Ausgehend von einer energetischen Betrachtung werden in einfacher Weise der Begriff des Potential und die Entstehung von Schwingungen erklärt und im Anschluß daran die Erscheinungen an Seilschwingungen demonstriert. Auch die weitere Behandlung des Stoffes sucht die physikalischen Elemente so darzustellen, daß die Haupterscheinungen der drahtlosen Telegraphie in ihren physikalischen Grundlagen eine Erklärung finden, doch enthält dieser erste Band noch keine Besprechung der für die drahtlose Telegraphie typischen Schaltungen. Sie ist dem zweiten Band vorbehalten. Erwünscht wäre, wenn in dem Abschnitt „Galvanische Elektrizität" die primitiven Schaltungsschemata durch Schaltskizzen nach der in der Technik üblichen kurzen und präzisen Zeichnungsart ersetzt würden. Auch wird kein Laie aus den acht (!) Zeilen über Elektrisiermaschinen und Influenzmaschinen die beiden großen abgedruckten Zeichnungen solcher Maschinen verstehen können.

P. L.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

Sicherungen.

Schmelzsicherungen.

Von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin rührt ein Sicherungselement mit Schraubkontakt her, bei dem die beiden Kontaktstücke federnd aneinandergepreßt werden. Durch diese Anordnung wird einer Verschlechterung des Kontaktes entgegengearbeitet, die durch die Erwärmung der Sicherungen während des Betriebes und die Abkühlung nach Ausschalten des Stromes eintreten kann. In Abb. 1 bedeutet *b* den Schmelzstöpsel und *d* den Mittelkontakt, der die Kontaktschraube *e* trägt. *d* ist beweglich gelagert und wird in der Mitte durch eine in einer Aussparung des Elementsockels liegende federnde Scheibe *f* nach oben gedrückt. Die Bewegung nach oben wird durch Kopfschrauben *g*, die Bewegung nach unten durch Lappen, die an *f* sitzen und als Anschläge wirken, begrenzt. Die Stromzuführung von Klemme *h* erfolgt durch die biegsame Litze *i*.

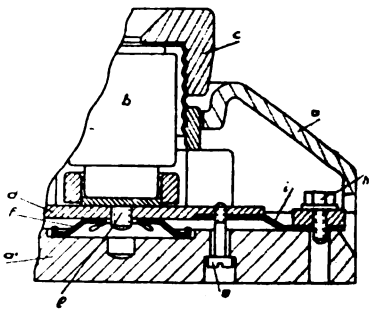


Abb. 1.

(D. R. P. Nr. 289 400.)

Die genannte Firma gibt einen Sockel für elektrische Sicherungen an, bei dem der Gewindekorb, der Fußkontakt, die Anschlußteile und die von diesen zum Gewindekorb und zum Fußkontakt führenden Stromzuleitungen in den Isolierkörper eingegossen sind. Dadurch kann der Sockel in einem einzigen Arbeitsgang hergestellt werden.

(D. R. P. Nr. 292 912.)

Dieselbe Firma verwendet bei Schmelzsicherungen Schmelzleiter aus Kadmiummetall. Ein solcher Leiter brennt sofort durch, wenn er schmilzt und arbeitet auch bei kleinen Strömen mit größter Genauigkeit. (D. R. P. Nr. 292 147.)

Eine Hochspannungssicherung der Firma A. Gobiet & Co. in Rotenburg, Bez. Kassel, bringt den Lichtbogen des Schmelzkörpers überspannungsfrei zum Verschwinden. Abb. 2 veranschaulicht

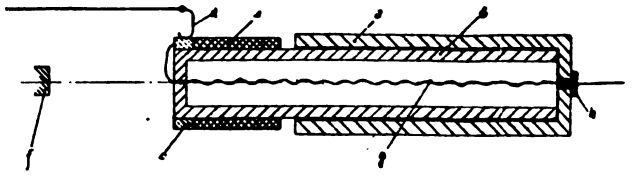


Abb. 2.

die Sicherung. *a* ist ein äußeres, feststehendes und *b* ein inneres, bewegliches Rohr. Der Metallring *c* und das Metallstück *h* stehen mit der Leitung und mit dem Schmelzfaden *g* in Verbindung. *d* ist ein Schleifkontakt. *e* ist ein Widerstandszylinder aus Silit, der mit *c* in leitender Verbindung steht. Schmilzt *g*, dann wird die zwischen *a* und *b* eingeschlossene Luft erhitzt, dehnt sich aus und schiebt *b* heraus bis zum Anschlag *f*. Dabei gleitet *d* von *c* auf *e*, wodurch der Lichtbogen am Faden *g* in Reihe mit dem stetig wachsenden Widerstand *e* zu liegen kommt; dadurch erlischt der Bogen. (D. R. P. Nr. 299 348.)

Die Abb. 3 zeigt eine lichtbogenfreie Sicherungspatrone der Voigt & Haeffner A. G. in Frankfurt a. M. *a*, *b* und *c* sind drei Isolationskörper aus keramischem Material, die zwischen den zwei Endkontaktplatten *d* und *e* eingesetzt sind. Die Schmelzstreifen verlaufen innerhalb der Isolationskörper und sind mit *d* und *e* fest verbunden. Bei dieser Sicherung findet also nur eine Unterteilung der Isolationskörper, nicht aber eine solche der ganzen Patrone statt. Man kann daher die Isolationskörper klein und daher zuverlässig herstellen, während andererseits das Arbeiten der Sicherung einwandfrei stattfindet, weil nur eine einheitliche Schmelzdrahtgruppe vorhanden ist.

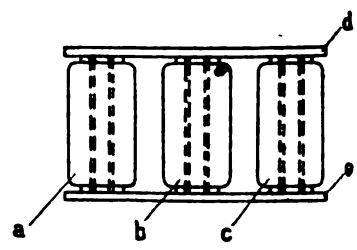


Abb. 3.

(D. R. P. Nr. 295 336.)

Den Siemens-Schuckert-Werken G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin wurde eine geschlossene Schmels-

Digitized by Google

sicherung patentiert mit mehreren einander parallelgeschalteten Schmelzleitergruppen, die nacheinander zum Abschmelzen kommen. Durch das stufenweise Abschmelzen soll einerseits dem Zertrümmern des Isolierkörpers der Sicherung vorgebeugt und andererseits die Gefahr beseitigt werden, daß zwischen den durchgeschmolzenen Teilen ein Lichtbogen stehen bleibt, der die Unterbrechungsstelle überbrückt, solange ihm verdampfende Metallteile in der Nähe der Unterbrechungsstelle Nahrung zuführen. Der Lichtbogenbildung wirkt auch die Arbeitsweise der Gruppen insoferne entgegen, als sie hindert, daß große Schmelzmassen bei voller Spannung unterbrechen. Es muß jeweils die stärkste der vorhandenen Gruppen von den noch übrigen Gruppen durchschmelzen. a_1, a_2 (Abb. 4) sind Stirnkontakte, b ist die isolierende Hülle der Patrone, c der Schmelzleiter der Hauptgruppe, hier ein einziger dicker Draht von rundem Querschnitt; d sind die ihm parallelgeschalteten Nebenschmelzleiter und e ist die lichtbogendämpfende Füllmasse. Die günstigsten Werte der Schmelzmassenaufteilung in den beiden Gruppen liegen zwischen 3:1 und 4:1, wobei die größeren Zahlen der Masse der Hauptgruppe entsprechen. (D. R. P. Nr. 290 560.)

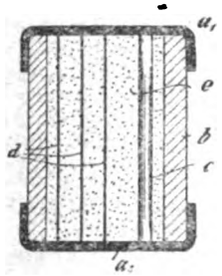


Abb. 4.

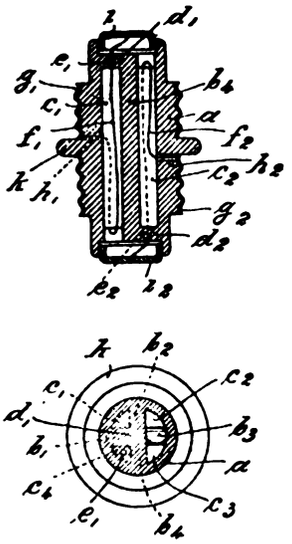


Abb. 5.

Von A. Hepke in Berlin und F. Bölke in Berlin-Treptow rührt eine Schmelzsicherung mit zweifach benutzbarem Einsatzkörper her. Die Schmelzdrähte f_1 und f_2 (Abb. 5) sind, von g_1 bezw. g_2 ausgehend, in die Räume c_1 bezw. c_2 eingeführt, über die Scheidewände b_1 bezw. b_2 gelegt und durch die Deckelöffnungen e_1 bezw. e_2 zu den Kontaktteilen i_1 bezw. i_2 geleitet. Der Sicherungsstöpsel wird beim Durchbrennen eines Schmelzdrahtes umgekehrt und wieder in den Sockel eingefügt. (D. R. P. Nr. 302646.)

M. Reichel in Berlin erfand eine mehrfache Schmelzsicherung, die durch Abb. 6 veranschaulicht ist. b ist die Kontakthülse

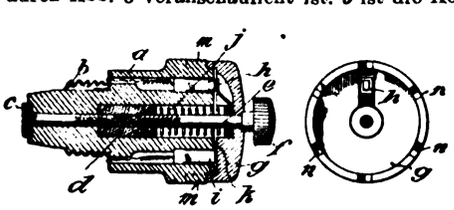


Abb. 6.

und c der Kontaktbolzen, der in die Mutter d eingeschraubt ist. In d ist auch der Bolzen e eingeschraubt, der den Kopf f trägt und auf welchem der Deckel g drehbar und achsial verschiebbar sitzt. g trägt den federnden Schaltkontakt h, der beim Anziehen von e gegen einen der Patronenklemmkontakte i gepreßt wird. g steht unter Wirkung der Feder j. Am Umfange der Patrone a sind der Anzahl und Lage der Kontakte i entsprechend Vorsprünge m vorgesehen, deren äußere Enden keilförmig ausgebildet sind, während g mit Aussparungen n versehen ist. Das Auswechseln der Sicherung erfolgt durch Lüften und entsprechendes Verdrehen des Deckels g. (D. R. P. Nr. 293 099.)

Eine Erfindung von H. W. Young in Chicago betrifft eine Schmelzsicherung, deren Schmelzstreifen zum Zwecke der Unverwechselbarkeit zickzackförmig geformte Enden hat, die durch entsprechend zickzackförmig ausgebildete Klemmstücke befestigt sind. (Ö. P. Nr. 72 563.)

Ein System unverwechselbarer Schraubstöpselsicherungen der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin wird durch die Abb. 7 veranschaulicht. a ist der Isolierteil eines Sicherungssockels oder einer Schalttafel, b die Stromanschlußschiene, c eine Aussparung für das Einbringen eines Paßkörpers. Dieser Körper besteht aus einer isolierenden Hülse d mit einer darübergeschobenen Klemmhülse e aus beliebigem Stoff. Die Hülse e hat Vorsprünge f zur Herbeiführung einer Klemmwirkung. Durch die beschriebene Konstruktion wird ein fehlerhafter Kontakt zwischen dem Fußkontakt und dem Sockelkontakt vermieden.

(D. R. P. Nr. 290 027.)

Bei größeren Stromstärken werden mehrere Patronen für kleinere Stromstärken parallel geschaltet. Dabei wird aber die Stromverteilung infolge der bei der starken Erwärmung auftretenden Oxydationsvorgänge ungleich und die Gesamtsicherung schmilzt vorzeitig durch. Zur Behebung dieses Übelstandes schaltet die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin zwischen die Sicherungspatronen und die Abzweigklemmen Widerstände. Dadurch wird der

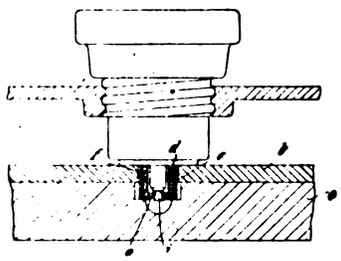


Abb. 7.

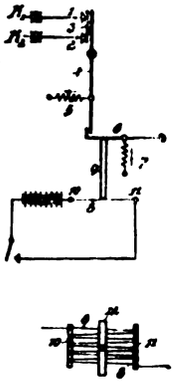


Abb. 8.

Einfluß des veränderlichen Übergangswiderstandes zwischen den Sicherungssockeln und Einsatzkontakten und damit die Gefahr des vorzeitigen Durchbrennens bedeutend verringert. Am einfachsten werden die Widerstände dadurch gebildet, daß die Anschlußbolzen aus Material von möglichst hohem spezifischen Widerstand, zum Beispiel Eisen, hergestellt werden. (D. R. P. Nr. 295 982.)

Gegenstand einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin bildet eine Vorrichtung zum Auslösen elektrischer Selbstschalter durch Abschmelzen eines sie geschlossen haltenden Schmelzdrahtes, wobei die Vorrichtung auch bei starker Bewegung des Schalters betriebssicher arbeitet. Der zu unterbrechende Hauptstrom fließt von K_1 (Abb. 8) über Kontakt 1 durch Brücke 3 zum Kontakt 2, solange der doppelarmige Hebel 4 durch den Sperrhebel 6 festgehalten wird. 6 stützt sich mittels Strebe 9 auf den Schmelzdraht 8, der von einem Befehlsstrom durchflossen wird. Der Schmelzdraht ist dabei zwischen den isolierten Trägern 10 und 11 mehrfach hin und her geführt. 9 ist mit einem Querbalken 12 versehen, der sich auf sämtliche Abschnitte des Schmelzdrahtes 8 stützt. Schmilzt der Draht an einer Stelle durch, so wird durch die Feder 7 zunächst der Sperrhebel 6 nach unten gezogen und damit Hebel 4 freigegeben, so daß durch die Feder 5 die Verbindung zwischen den Kontakten 1 und 2 geöffnet wird. (D. R. P. Nr. 303 695.)

Schutzeinrichtungen gegen Überspannung.

Eine Spannungssicherung der Siemens & Halske A. G. in Siemensstadt b. Berlin besitzt eine sehr gedrängte Form und große Wärmeabführungsmöglichkeit der Elektroden infolge der unmittelbaren Durchführung ihrer Anschlußstücke durch das Isolationsgehäuse. Die beiden Elektroden a (Abb. 9) sind gleichgestaltete Drehkörper und werden durch eine Isolationsscheibe b in dem erforderlichen, gegenseitigen Abstand gehalten. Druckringe c, d dienen zum Zusammenpressen der Elektroden. e umgibt beide Elektroden und besteht aus Steatit, e sind Dichtungsringe, h sind hohle Ansätze der Elektroden und i ist eine Vergußmasse. (D. R. P. Nr. 297 892.)

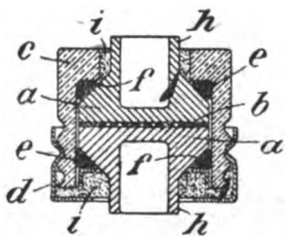


Abb. 9.

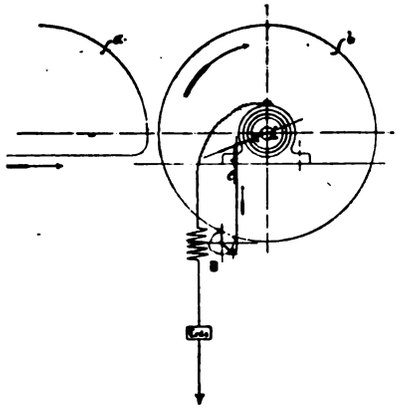


Abb. 10.

Von E. Heddaeus in Reichshofen, Els. rührt eine Blitzschutzvorrichtung für Hochspannungsleitungen mit drehbaren Elektroden her*). In Abb. 10 ist a die stets unter Spannung stehende, fest angeordnete Elektrode und b die drehbare Erdungselektrode. Ein Drehmagnet B wird durch den bei Ansprechen des Blitzschutzes entstehenden Erdstrom beeinflußt und gibt durch die Hebelübersetzung c dem auf der Welle d der Elektrode b sitzenden Freilauf A einen Anstoß, der genügt, um die Welle d und damit die Elektrode b ein- bis zweimal

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 109.

Digitized by Google

u drehen. Dieses Spiel wiederholt sich bei jedem Ansprechen der Vorrichtung. Dadurch wird der entstehende Überspannungsfunke auf mechanischem Wege rasch ausgelöscht. (D. R. P. Nr. 296 168.)

Eine Erfindung der Dr. Paul Meyer A. G. in Berlin bezweckt, die Empfindlichkeit einer Funkenstrecke, wie sie für den Überspannungsschutz verwendet wird, zu erhöhen, das heißt bei gegebener Schlagweite die Überschlagsspannung herunterzusetzen oder bei gegebener Überschlagsspannung die Schlagweite zu erhöhen. Abb. 11 zeigt einen Hörnerblitzableiter mit den Hörnern H_1, H_2. Zwischen den Hörnern ist Isoliermaterial J angeordnet, und zwar unterhalb der Stelle, wo die Hörner den engsten Abstand besitzen. Durch die Anbringung des Isolationsmaterials wird das Feld in der Luft an der Biegung der Hörner erhöht, so daß bei bestimmter Spannung die Festigkeit der Luft gebrochen ist und die Ionisierung leitet den Überschlag ein. Eine Verbesserung kann durch Anbringung der Spitzen E_1, E_2 an den Hörnern erfolgen. (D. R. P. Nr. 290 113.)

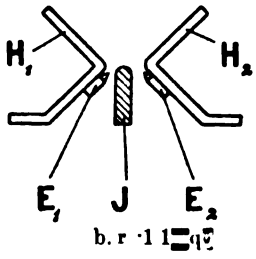


Abb. 11.

(Fortsetzung folgt.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Zur Bestimmung der Transformator- und Rotationsspannung bei Einphasenkommutatormotoren mit Bürstenverschiebung und Doppelbürsten. Von Dr. Ing. R. Moser, Privatdozent in Wien (E. u. M. 1918, Heft 15).

In „ZfE" 1904 S. 203/4 habe ich — wohl als erster — ganz allgemein gezeigt, wie man den W. I. K. zweier koaxialen beliebig breit verteilten Wicklungen berechnet; auf S. 204 habe ich sodann untersucht, wie sich der W. I. K. einer vollen und einer nur $1/m$tel der Polteilung bedeckenden verteilten Wicklung bei gegenseitiger Achsenverdrehung ändert, dabei eine Formel für M_α bei der Achsenverdrehung α angegeben und eine Zahlentabelle von 10^0 zu 10^0 berechnet, von der ich hier vergleichshalber nur die Werte für 0, 30, 60, 90^0 wiedergebe (mein m = Mosers β_1). Auf die Wicklung mit $m = 2/3$ habe ich dort ebenfalls schon ausdrücklich hingewiesen: „Wie man sieht, entspricht die 2/3-Bedeckung (dem ideellen Fall cos α) am besten".

α^0	$m = 1/2$	$m = 2/3$	$m = 1$	cos α
0	1	1	1	1
30	0·879	0·870	0·852	0·866
60	0·57	0·5	0·482	0·5
90	0	0	0	0

Auf S. 285/6 habe ich M_α nochmals für verschiedene m und α berechnet und für die durch Drehung induzierte EMK angegeben, daß sie „der einfachen Kraftlinienzahl (dem Gesamtkraftfluß)" gerechnet natürlich von Bürste zu Bürste „multipliziert mit der Ankerwindungszahl proportional ist".

Hiemit war meines Erachtens der Fall „nicht volle verteilte Statorwicklung bei einfachen Bürsten und Durchmesserwicklung am Rotor", sowie der umgekehrte Fall „volle verteilte Statorwicklung bei Doppelbürsten des Rotors" vollständig und für beliebige Bürstenverschiebung gelöst.

Wenn in der zweiten Arbeit („ZfE" 1905) auf S. 258 die volle verteilte Statorwicklung, oder bei nicht voller Statorwicklung und Einfachbürsten (laut Fußnote) umgekehrt die Rotorwicklung, in einen koaxialen und einen senkrechten Teil zerlegt wurde, so geschah dies nur wegen größerer Anschaulichkeit bei der weiteren Behandlung der Haupt- und Querfelder, ohne jedoch für sich notwendig zu sein. Gerade die Einfachheit der Resultate dieser Zerlegung beweist aber am klarsten, daß die Probleme „zwei volle verteilte Wicklungen gegeneinander" und „eine volle gegen eine teilweise verteilte Wicklung" vollständig gelöst waren.

Bei diesem Sachverhalte mußte es mir auffallen, wenn Herr Dr. Moser einerseits auf S. 173 schreibt: „Da (die entsprechenden Gleichungen für Einfachbürsten) in der Literatur nicht leicht zu finden sind..." und dazu die Fußnote setzt: „Ossanna gibt zum Beispiel in „Starkstromtechnik" 1912 die geschlossenen Ausdrücke nur für den Fall des vollbewickelten Ständers (und Einfachbürsten, Sc.) an"; andererseits aber zum Text S. 174: „Es ergeben sich... folgende als bekannt vorauszusetzende Gleichungen" keine Literaturstelle, wenn auch nur ebenfalls „beispielsweise" zitiert.

Abgesehen davon, daß es doch sehr eigentümlich ist, zu einem Satze wie „letztere (Gleichungen für Einfachbürsten) sind in der Literatur nicht leicht zu finden" nicht etwa eine Stelle, wo sie zu finden wären, sondern umgekehrt („beispielsweise") einen Autor anzuführen, bei dem sie nicht zu finden sind, — ist es noch weit eigentümlicher, dieselben Gleichungen auf nächstfolgender Seite „als bekannt vorauszusetzen" und ohne weiteres niederzuschreiben.

Zusammenfassend möchte ich nur bemerken, daß 1. der Motor mit voller Statorwicklung von mir vollständig — auch bei Doppelbürsten, siehe Abb. 11, S. 260, in „ZfE" 1905 — behandelt worden ist; 2. der Motor mit Doppelbürsten und nicht voller verteilter Statorwicklung meines Erachtens eher Nach- als Vorteile dem ersten gegenüber besitzt, da bei voller Statorwicklung und bei Einstellung der festen Bürsten in die Statorachse der zwischen den festen und den beweglichen Bürsten, also der inaktiven Zone des Rotors gegenüber, liegende Teil der Statorwicklung die wirksamste Erregerwicklung darstellt, also nicht wegzulassen ist, wogegen der übrige, der stromdurchflossenen Rotorzone gegenüber liegende Teil sich mit der letzteren bestmöglichst kompensiert, so daß nur die kleinstmögliche Streuung übrig bleibt. Daß die volle Statorwicklung nicht so gut der cos α-Annahme entspricht wie die $^2/_3$-Wicklung, ist in Wirklichkeit kein Nachteil, denn es ist nur infolge des vorteilhafter erregten Hauptfeldes die Bürstenverschiebung für gegebene Geschwindigkeit ganz wenig kleiner.

Übrigens läßt sich auch der Motor mit unvollständiger Statorwicklung und Doppelbürsten direkt, das heißt ohne den Umweg über Einfachbürsten und ohne Zerlegung der Wicklungen, behandeln; nähere Mitteilung muß ich mir jedoch für eine andere Gelegenheit vorbehalten.

Brünn, 17. Mai 1918. *Sumec.*

Erwiderung.

Herr Prof. Sumec nimmt in meinem Aufsatz an der Bemerkung Anstoß, daß die Formeln für die gegenseitige Induktion „in der Literatur nicht leicht zu finden sind", während er doch im „Z. f. E." 1904 die entsprechenden Wechselinduktionskoeffizienten angegeben habe. Das „leicht zu finden" habe ich eben ganz wörtlich in dem Sinne gemeint, daß man die betreffenden Formeln nicht in der Art bei der Hand hat, wie sie beispielsweise von Ossanna in „Starkstromtechnik" übersichtlich zusammengestellt dargeboten werden, wo aber die für meinen Aufsatz in Betracht kommenden Formeln nur für den Sonderfall des voll bewickelten Ständers angeführt werden. Der Bezug auf die „Starkstromtechnik" ist also nicht als Literaturnachweis aufzufassen, sondern als Rechtfertigung dafür, daß ich die Formeln selber mitteile. Anderenfalls hätte ich neben der grundlegenden Arbeit des Herrn Prof. Sumec auch Arnolds „Wechselstromtechnik", Band V, 2., erwähnen müssen.

Dagegen möchte ich die von Herrn Prof. Sumec gemachte Feststellung bestätigen, daß die Veränderung der gegenseitigen Reaktanz mit dem Bürstenwinkel im Vergleich zum idealen Motor mit sinusartigen Feldern von ihm bereits 1904 untersucht worden ist, wie aus der von ihm wiedergegebenen Tabelle hervorgeht, welche mit dem darauf bezüglichen Teil meiner Tabelle I im Wesen übereinstimmt. Ich zeige aber in meiner Arbeit, daß gerade dieser Vergleich beim Déri-Motor versagt und es notwendig war, ein anderes allgemein gültiges Kennzeichen dafür zu finden, daß man auch diese Motorgattung bezüglich der Regelung wie einen gewöhnlichen Repulsionsmotor mit Einfachbürsten beurteilen und auf ihn die von mir in E. u. M. 1914, Heft 32, behandelten einfachen Diagrammkonstruktionen anwenden darf.

Weiters möchte ich bemerken, daß ich es nicht für ganz überflüssig halte, Formeln so allgemein aufzustellen, daß sie sich auch für Ausführungen benutzen lassen, welche von dem einen oder anderen Gesichtspunkte aus nicht gerade als die günstigsten erscheinen. Solche Gesichtspunkte können oft einseitigen Überlegungen entspringen und müssen nicht immer zur tatsächlich vorteilhaftesten Anordnung führen. Herr Prof. Sumec scheint sich am Schlusse seiner Ausführungen selber zu diesem Grundsatze zu bekennen, da er eine neue Art der Behandlung der Motoren mit Doppelbürsten für den allgemeinen Fall des nicht vollbewickelten Ständers in Aussicht stellt.

Wien, 9. Juli 1918. *Dr. R. Moser.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
4. August 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 31.
36. Jahrgang.

INHALT:

Der Wolframbogen. Von Dr. O. Kruh, Wien 345
Graphische Darstellung des Verhaltens von Synchronmaschinen mit ausgebildeten Polen entsprechend der Rückwirkungszerlegung nach Blondel-Sumec. Von Dr.-Ing. Bohuslav Závada. (Schluß von Heft 30, Seite 337). 345
Rundschau. 352
Literatur-Bericht. 354
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 354
Briefe an die Schriftleitung 356

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Der Wolframbogen.

Von Dr. **O. Kruh**, Wien.

I.

1. Die ersten Versuche, einen Wolframbogen zu erzeugen, rühren, so weit uns bekannt ist, vom Verfasser her, der einen Bogen mit Ferrowolframelektroden in Luft hergestellt hat. Diese Versuche stammen etwa aus dem Jahre 1904, wobei es sich um den Ersatz des Ferrotitans durch Ferrowolfram für Elektroden gehandelt hat. Der Bogen war stark leuchtend, seine Lichtausbeute jedoch geringer als beim Ferrotitan.

Die Bemühungen von Siemens & Halske, Wolfram auf demselben Wege duktil zu erhalten wie Tantal, führten zu Versuchen, bei denen ein Wolframbogen im Vakuum oder Wasserstoff erzeugt wurde, wobei naturgemäß Lichtentwicklung ebenfalls beobachtet wurde. Das Resultat war ein negatives, da das geschmolzene Wolfram sich als sehr spröde erwies. An die Benutzung von Wolframelektroden für Leuchtzwecke wurde damals wahrscheinlich nicht gedacht.

Von anderer Seite wurde vorgeschlagen, Wolframanoden in einem Quecksilberbogen zu verwenden, wobei die Anode so klein ist, daß sie bei entsprechender Stromdichte auf hohe Temperatur gebracht wird und Licht gibt. Dadurch sollte der Quecksilberbogen die ihm fehlenden roten Lichtstrahlen erhalten.

Schließlich wurden Wolframanoden von Weintraub bei der Herstellung von Quarz-Quecksilberbogenlampen benutzt. Die Wolframelektrode ist jedoch verhältnismäßig kalt und trägt zur Lichtentwicklung nicht bei.

2. Der erste Vorschlag, einen Wolframbogen als Lichtquelle zu benutzen, rührt von M. Michotte her, der nach dem französischen Patent Nr. 418 280 vom Jahre 1910 Wolfram oder Uran in einer neutralen Atmosphäre durch Bogenentladung auf hohe Temperatur bringt. Michotte geht vom Gedanken aus, daß es infolge der Schwerschmelzbarkeit der beiden Körper möglich sein muß, die Elektroden auf eine solche Temperatur zu bringen, daß Licht ökonomisch gewonnen werden kann; irgend welche andere technische Angaben fehlen. Uran kommt in diesem Falle nicht in Betracht, die Technik des Hämmerns und Ziehens von Wolframdraht, die zur Herstellung von Wolframelektroden notwendig ist, war damals bloß in Amerika und dort nur wenigen bekannt. Man kann somit annehmen, daß diese Patentschrift nicht als Ausdruck einer geleisteten technischen Arbeit, sondern eines glücklichen Gedankens aufzufassen ist. Selbst die Herstellung einer neutralen Atmosphäre für den Wolframbogen erforderte beträchtliche Vorarbeiten, die für die Halbwattlampe von Langmuir durchgeführt wurde. In der Folge wurde dieser Gedanke von Glühlampenfabriken, welche mit der Technik des Wolframs vertraut waren, aufgegriffen und verwirklicht. Diese Arbeiten wurden fast gleichzeitig geleistet von Edi-Swan in England, General Electric Co. in Amerika, Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Deutschland und vom Verfasser bei J. Kremenezky in Österreich.

II.

3. Wenn man einen Bogen zwischen zwei Wolframelektroden herstellen will, so erscheint es als einfachstes, dieselben in Berührung zu bringen, sodann unter Spannung zu setzen und schließlich den Kontakt zu unterbrechen; dadurch entsteht, wenn die Stromdichte genügend hoch ist, ein Bogen. In Wirklichkeit sind zahlreiche Schwierigkeiten zu überwinden, die große Ähnlichkeit mit den beim Ingangsetzen des Quecksilberbogens haben. Es handelt sich um eine Bewegung in einem geschlossenen Gefäß, die von außen durch irgend welche Mittel, zum Beispiel Magnetismus, Erwärmung u. a. ä., hervorgerufen werden soll. Eine derartige Vorrichtung zeigt etwa schematisch Abb. 1. Es sind e_1 und e_2 Wolframelektroden, von denen e_1 unbeweglich ist; e_2 ist an einem Eisenkern k befestigt, der durch das Solenoid s bewegt werden kann. Außerdem ist e_2 an das Knie h befestigt, welches in o drehbar ist. Wird durch Stromschluß, bei welchem die Elektroden e_1 und e_2 einander berühren, das Solenoid s betätigt, so wird der Kern k angezogen und die Feder f in Spannung versetzt; in diesem Zustande bleiben die Elektroden, so lange der Bogen brennt.

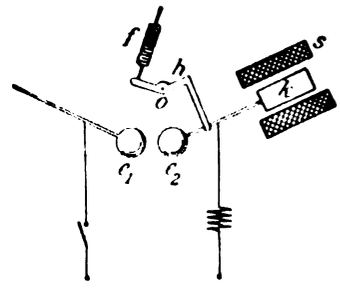


Abb. 1.

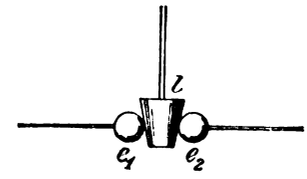


Abb. 2.

Sobald der Bogen ausgeschaltet wird, bringt die Feder f die beiden Elektroden in Berührung. Infolge der hohen Temperatur der Elektroden und der verhältnismäßig hohen Geschwindigkeit der Bewegung erfolgt die Berührung so rasch, daß die Elektroden aneinander geschweißt werden und beim nächsten Ingangsetzen voneinander nicht getrennt werden können. Die Schwierigkeiten, die sich der Vermeidung dieses Übelstandes entgegenstellen, sind bei Berücksichtigung der für Massenfabrikation wünschenswerten Einfachheit der Konstruktion so beträchtlich, daß zum Beispiel die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, versucht hat, die in Abb. 2 getroffene Anordnung zu benutzen. Die Elektroden e_1 und e_2 werden durch den Konus l miteinander in leitende Verbindung gebracht. Der Konus besteht aus Substanzen, die sich mit Wolfram nicht schweißen, zum Beispiel leitende Oxyde, Kohlenstoff u. a. ä.

Digitized by Google

Wird durch ein Solenoid der Konus emporgezogen, so entstehen zunächst zwei Bogen, und zwar zwischen e_1 und l und l und e_2, die bei der Weiterbewegung von l zu einem einzigen Bogen zwischen e_1 und e_2 übergehen. Auch diese Anordnung hat sich infolge vieler Schwierigkeiten nicht durchzusetzen vermocht.

4. Verfasser knüpfte an seine früheren Arbeiten über das Ingangsetzen des Quecksilberbogens durch Ionisation an, wobei die von Fleming zuerst gefundene Eigenschaft von Glühkathoden, sowie die von Wehnelt gefundene Tatsache benutzt wurde, daß Oxyde ionisierend wirken, wenn sie auf Rotglut gebracht werden. Bedingung für das Ingangsetzen durch Ionisation ist, daß die Kathode glüht, während die Anode kalt sein darf. Bedeckt man in Abb. 3 die Spirale m mit einem Oxyd der Erdalkaligruppe und erhitzt sie durch einen Hilfsstrom auf Rotglut, so wird das die Spirale umgebende Medium elektrisch leitend. Es bildet sich zwischen der Elektrode e und der Spirale m zunächst eine Geißler-Entladung von sehr geringer Stromstärke aus, die unter dem Einfluß des elektrischen Feldes immer stärker wird und in kurzer Zeit in eine Bogenentladung übergeht. Die Art des Überganges ist je nach dem Vakuum, das im Gefäß herrscht, sehr verschieden. Bei einem Vakuum von der Größenordnung von etwa 1 *mm* breitet sich die Entladung an der Kathode über einen großen Teil der Spirale aus, ebenso ist die Anode von allen Seiten von Stromlinien umgeben. Der Spannungsabfall ist dabei am größten an der Anode, etwa 15 V, an der Kathode ist er wesentlich kleiner, etwa 2 V. Erhöht man die Stromstärke, so tritt der Bogen an der Kathode zu einem Punkt zusammen, während der Bogen an der Anode sich im Aussehen nicht ändert. Dagegen erfahren die Spannungsabfälle an den Elektroden eine beträchtliche Änderung, indem der Anodenfall sinkt, während der Kathodenfall steigt, die Gesamtspannung des Bogens sinkt entsprechend dem Verhalten aller Bogen bei steigender Stromstärke. Diese Entladung gleicht jetzt in allen Beziehungen einer normalen Bogenentladung. Erhöht man den Gasdruck, so wird der Bogen sehr schmal, die Entladung an der Kathode geht selbst bei geringer Stromstärke von einem Punkt aus, auch an der Anode wird bloß der der Kathode zugewendete Teil zum Stromdurchgang benutzt. Die Spannungsabfälle an den Elektroden ändern sich nicht viel, dagegen wird der Spannungsabfall im Bogen wesentlich größer.

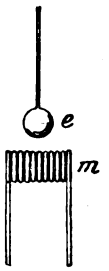


Abb. 3.

5. Entsprechend dem Gasdruck muß die Spirale m und das sie bedeckende Oxyd aus verschiedenen Materialien bestehen. Bei geringem Gasdruck genügt eine Platinspirale; als Oxyde werden infolge ihrer starken Ionisationsfähigkeit Erdalkalioxyde benutzt. Bei höherem Gasdruck wird die Temperatur des Kathodenpunktes so hoch, daß Platin schmilzt, man muß in diesem Falle höher schmelzende Materialien benutzen, am besten Wolfram. Die Temperatur der Kathode wird so hoch, daß das Kalziumoxyd zu verdampfen beginnt, man benutzt deshalb die Oxyde von Zirkonium oder Thorium. Erhöht man die Temperatur der Wolframspirale beim Ingangsetzen des Bogens noch weiter, so kann man das Anbringen von Oxyden unterlassen, man kommt mit einer blanken Spirale aus.

6. Das Oxyd wird auf der Spirale in der Weise angebracht, daß man das Nitrat des betreffenden Salzes erhitzt, so daß ein feinverteiltes Oxyd resultiert. Es wird sodann geglüht, um seine Tendenz zum Schrumpfen bei hoher Temperatur zu vermindern und hierauf mit Gummi arabicum oder Wasserglas verrührt. Mit dieser ziemlich dünnen klebrigen Masse wird die Spirale mittels eines Pinsels bestrichen. Die so präparierte Spirale wird durch starkes Erhitzen in einer Wasserstoffatmosphäre, ähnlich wie beim Formieren von Wolframfäden, von flüchtigen Bestandteilen befreit und es verbleibt eine mit weißem bis grauem Oxyd bedeckte Spirale. Nach einer gewissen Brennzeit verflüchtigt sich das Oxyd an der der Anode nächsten Stelle der Spirale und der Bogen überspringt auf andere Stellen, an denen sich noch Oxyd befindet. Ist auch hier das Oxyd verdampft, so wird eine gewisse Unruhe des Lichtes hervorgerufen, indem der Kathodenpunkt auf der Wolframspirale in etwa derselben Weise wandert wie beim Quecksilberbogen. Die Spannung dieses unruhigen Bogens steigt, gleichzeitig geht die Stromstärke so weit zurück, daß der Bogen unter Umständen erlischt. Diese Wanderung wird offenbar durch Verarmung an Elektronen liefernder Substanz hervorgerufen*).

7. Die Spannung, die zum Ingangsetzen eines Wolframbogens erforderlich ist, hängt von der Temperatur der Spirale und der Art der Gasfüllung ab. Wird beispielsweise bei Argonfüllung eine blanke Wolframspirale auf eine Temperatur gebracht, die, in Lichtausbeute ausgedrückt, etwa 1 W/K entspricht, so braucht man bei einer kleinen Entfernung der Elektrode von der Spirale, etwa 5 mm, zum Ingangsetzen des Bogens eine Spannung von zirka 180 V. Steht eine Spannung von 60 V zur Verfügung, so muß die Temperatur so weit erhöht werden, daß sie etwa 0·25 W/K entspricht. Unter 60 V ist es ohne Zerstörung der Spirale nicht möglich, den Bogen zu zünden. Man muß in diesem Falle die Spirale mit einer Oxydschichte umgeben, wie oben beschrieben, oder das Ingangsetzen mittels Induktionsstoßes bewerkstelligen, in gleicher Weise wie es Cooper-Hewitt beim Quecksilberbogen angewandt hat. Abb. 4 zeigt das Schaltungsschema: die Spirale wird zunächst durch einen Hilfsstrom in Glut versetzt, wobei der Widerstand w_1 als Regulierwiderstand dient. Sodann wird die Batterie B durch einen Schalter s_1 und die Induktanz J zur Lampe parallel geschaltet und der Strom mittels des Schalters s_1 unterbrochen. Dadurch entsteht an der Lampe ein Induktionsstoß von genügend hoher Spannung, um den Bogen zu zünden. Der Heizstrom der Spirale kann jetzt mittels des Schalters s_2 abgestellt werden. Nach dieser Methode kann man bei äußerster Annäherung der Elektroden mit der Spannung der Stromquelle bis auf etwa 20 V herabgehen. Indessen ist die Gefahr der Berührung der Spirale und der Anode ziemlich groß, so daß man zweckmäßigerweise die Distanz etwas größer machen muß; die niedrigste Spannung beträgt praktisch etwa 24 V.

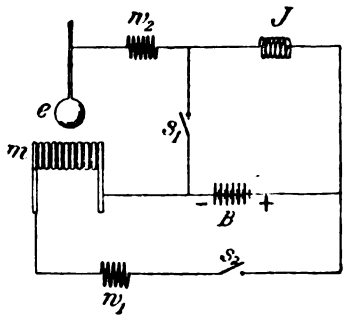


Abb. 4.

8. Die Gesamtspannung des Bogens ist von drei Faktoren abhängig: von der Entfernung der Elektroden, der Stromstärke und der chemischen Natur der Gasfüllung.

*) Das Wandern des Kathodenpunktes eines Quecksilberbogens erklärt Stark durch elektrodynamische Kräfte, Kruh durch Reaktion des verdampfenden Quecksilbers. Möglicherweise könnte auch beim Quecksilberbogen die Verarmung der Quecksilberoberfläche an geringen Mengen von Verunreinigungen, welche die Ionisation erleichtern, die Wanderung der Kathode bewirken.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf die verhältnismäßig geringen Spannungsabfälle an den Elektroden ist bei größerer Bogenlänge die Gesamtspannung der Bogenlänge ungefähr proportional. Sie fällt, wie bei anderen Bogenentladungen, mit wachsender Stromstärke, wobei die Spannungsabfälle an den Elektroden ziemlich konstant bleiben. Bei kleinen Stromdichten erhöhen sich auch die Spannungsabfälle an den Elektroden, es ist dies offenbar ein stufenweiser Übergang zur Geissler-Entladung. Im Bogen sind die Spannungsabfälle am kleinsten in Argon, am größten in Wasserstoff.

9. Setzt man einen Wolframbogen in Gang und betrachtet ihn durch ein lichtabsorbierendes Glas, oder projiziert man sein Bild auf eine Wand, so bemerkt man, daß die Lichtquelle in der Hauptsache aus zwei leuchtenden Körpern besteht. Eine kleine leuchtende Fläche befindet sich auf der Spirale, welche die Kathode des Bogens bildet, dagegen ist die ganze Wolframanode weißglühend, wobei sie bis 50 K/mm² ausstrahlt. Der eigentliche Bogen gibt nur sehr wenig Licht, seine Lichtintensität steigt in der Reihenfolge Argon, Stickstoff, Wasserstoff, wenn man diese Gase nacheinander zur Gasfüllung benutzt. Es sei hier bemerkt, daß die Gasfüllung ebenso wie bei der Halbwattlampe den Zweck hat, die Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframs und dadurch die Schwärzung der Lampe zu vermindern.

Die Wolframbogenlampe ist somit eigentlich eine Glühlampe, bei welcher die Bogenentladung zur Erhitzung von Wolframglühkörpern benutzt wird. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Reinkohlenbogen, wenn auch hier der Bogen weit stärker leuchtet als beim Wolframbogen. Während bei der Bremerlampe, beim Quecksilberbogen und Titanbogen die chemische Natur der Elektrode von größtem Einfluß auf die Art des erzeugten Lichtes ist, würde bei der in der Wolframbogenlampe angewandten Anordnung jeder elektrische Leiter, der ähnliche Schwerschmelzkarkeit wie Wolfram sowie gleich kleine Dampftension besitzt, annähernd gleiche Lichtverhältnisse geben. Es ist somit nicht ganz richtig, diesen Bogen als Wolframbogen zu bezeichnen, in Wirklichkeit handelt es sich um einen Argon-, Stickstoff-, oder Wasserstoffbogen mit Wolframelektroden. Von diesem Gesichtspunkte wäre eine Feststellung von Interesse, ob der Wolframbogen ein Wolframspektrum gibt.

III.

10. Man bemerkt im Falle des Wolframbogens dieselbe Art von Unterschied zwischen dem Verhalten der Kathode und der Anode im Bogen wie bei anderen Metallbogen. Die Kathode des Wolframbogens muß auf irgend welche Art auf eine hohe Temperatur gebracht werden, sei es durch Kontaktzündung, sei es durch Erhitzen der Spirale. Nur wenn die Kathode heiß ist, kann man die Gasstrecke mit Hilfe einer verhältnismäßig niedrigen elektrischen Spannung durchbrechen. Dieses Verhalten kann man dazu benutzen, um nach dem Vorgange von Edi-Swan den Bogen, den wir bis jetzt nur zwischen Spirale und Wolframelektrode erzeugen konnten, zwischen zwei Wolframelektroden in Gang zu setzen. Die Methode beruht darauf, daß man, wie in Abb. 5 gezeigt wird, zunächst einen Bogen zwischen der Spirale m und der Elektrode e_1, die verhältnismäßig klein ist, auf die früher beschriebene Art erzeugt, wobei m die Kathode und e_1 die Anode des Bogens bildet. Nimmt man nun rasch einen Polwechsel vor, derart, daß e_2 mit dem positiven und e_1 mit dem negativen Pol der Stromquelle verbunden ist, so zündet jetzt der Bogen zwischen e_1 und e_2, wenn die Temperatur von e_1 nicht zu niedrig war. Dieses Verhalten unterscheidet sich von demjenigen des Quecksilberbogens insoferne, als ein Umschalten oder ein Ausschalten und nachheriges Einschalten beim Quecksilberbogen nicht möglich ist, da an der Grenzschicht der Quecksilberkathode die Temperatur so rasch sinkt, daß beim neuerlichen Einschalten die Kathodenentladung nicht mehr einsetzen kann. Indessen ist es wahrscheinlich, daß bei einer hohen, experimentell erreichbaren Geschwindigkeit der Unterbrechung des Quecksilberbogens dieselben Erscheinungen eintreten würden wie beim Wolframbogen.

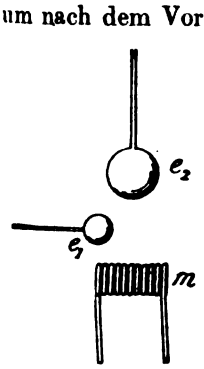


Abb. 5.

11. Der Unterschied im Verhalten der Kathode und der Anode läßt erwarten, daß bei Anwendung des Wechselstromes auf den Wolframbogen besondere Erscheinungen auftreten werden. Wenn wir das Schaltungsschema Abb. 6 verwenden, wobei die Stromquelle Wechselstrom gibt, so finden wir, daß bei einer kleinen Stromstärke eine Gleichrichtung stattfindet, die Elektrode e ist Anode des Bogens und die Spirale m seine Kathode. Diese Rektifikation ist

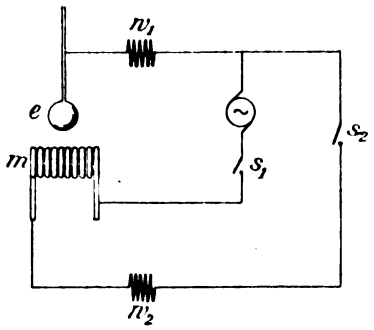


Abb. 6.

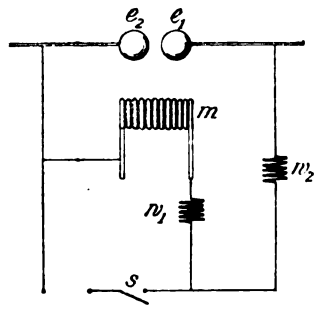


Abb. 7.

beinahe vollständig und kann in derselben Weise wie beim Quecksilberbogen benutzt werden, um Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln. Erhöht man die Stromstärke im Bogen, so wird die Rektifikation immer unvollständiger, um schließlich in einem Wechselstrombogen zwischen der Spirale und der Elektrode überzugehen. Im Gegensatz zum Quecksilberbogen geht die Temperatur der Elektrode beim Wolframbogen nicht so schnell zurück, so daß die heiße Elektrode beim Zeichenwechsel zur Kathode wird. Steigert man die Stromdichte an den Elektroden, so kann man auch bei niedriger Spannung einen Wechselstrom-Wolframbogen und somit eine Wechselstrom-Wolframbogenlampe erhalten. Die Schaltung ist in Abb. 7 gezeigt. Die Wechselstromquelle ist durch den Widerstand w_1 und die Spirale m geschlossen. Anderseits wird die Stromquelle durch den Widerstand w_2 mit der Elektrode e_1 und der zweite Pol mit der Elektrode e_2 verbunden. Die Distanz zwischen den Elektroden e_1 und e_2 ist kleiner als diejenige zwischen e_1 und der Spirale m. Es entsteht somit zunächst eine Entladung zwischen e_1 und m; durch Regulierung der Stromstärke mittels des Widerstandes w_2 kann man die Temperatur der Elektrode so steigern, daß e_1 befähigt ist, als Kathode zu wirken. Es setzt nunmehr eine zweite Entladung zwischen e_1 und e_2 ein, wobei zunächst e_1 Kathode und e_2 Anode des Bogens ist. Sobald jedoch e_2 genügend warm geworden ist, entsteht ein Wechselstrombogen zwischen e_1 und e_2, während der Bogen zwischen e_1 und m von selbst erlischt. Der Grund des Erlöschens liegt darin, daß zwei Bogen parallel nicht brennen können, wenn nicht für jeden Bogen entsprechende Widerstände vorgesehen werden. Bei richtiger

Digitized by Google

Einstellung der Widerstände dauert das Ingangsetzen ein bis zwei Sekunden.

IV.

12. Die Elektroden der Wolframlampe bestehen aus Spiralen und größeren Wolframkörpern. Die Herstellung von Spiralen bietet der Glühlampentechnik keine Schwierigkeiten, da sie ebenso hergestellt werden können wie für die Halbwattlampe. Der Drahtdurchmesser darf nicht zu klein sein, da die Spirale bei der hohen Temperatur des Kathodenpunktes leicht durchbrennen könnte. Infolgedessen ist die Anlaßstromstärke der Lampe ein Vielfaches der Betriebsstromstärke.

Die Herstellung der Anoden ist wesentlich schwieriger, namentlich dann, wenn die Wolframstücke etwas größer werden oder eine besondere Form haben sollen. Um die Abkühlung möglichst zu vermindern, bestehen die Wolframelektroden aus Wolframstücken, die auf einem verhältnismäßig dünnen Wolframstiel aufgesetzt sind. Kleinere Wolframkugeln bis zu etwa 3 mm Durchmesser werden am besten auf die Weise hergestellt, daß man einen blanken Wolframdraht als Anode eines Quecksilberbogens benutzt. Wenn der Draht blank ist und das Schmelzen nicht zu rasch vor sich geht, so resultiert eine vollkommen gleichmäßige, nicht blasige Wolframkugel auf einem Stiel aus Wolframdraht. Größere Kugeln kann man auf diese Weise nicht herstellen; man verfährt am besten derart, daß einige Schichten Wolframdraht auf einer Seele aus Wolfram übereinander gewickelt werden; im Lichtbogen schweißen sich die Drähte zusammen und bilden einen zusammenhängenden Körper. Etwas umständlicher ist die Herstellung von Wolframplatten und Ringen mit Wolframstielen, die Wolframstücke müssen einer Schmiedearbeit unterzogen, sodann blank gereinigt werden.

13. Eine Wolframbogenlampe kann annähernd berechnet werden, wenn man die Distanz der Elektroden kennt oder, was in der Regel der Fall ist, wenn man die Entfernung derselben klein macht. Die Bogenspannung beträgt dann zirka 15 V. Der spezifische Wattverbrauch beträgt ungefähr 0·4 W/K, somit ist die Stromstärke

$$i = \frac{0{\cdot}4}{15} \times \text{Kerzen}.$$

Die Größe der Wolframkugeln berechnet sich aus der spezifischen Helligkeit der leuchtenden Elektrode, welche bei obigem spezifischen Wattverbrauch etwa 40 Kerzen/mm² beträgt.

Es ist somit

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot 40 = \text{Kerzen}$$

oder der Durchmesser der Elektrode

$$d = \sqrt{\frac{1}{10\,\pi} \times \text{Kerzen}}.$$

Bei einer Wechselstromlampe handelt es sich um zwei Elektroden, es ist somit der Durchmesser einer Elektrode

$$d = \sqrt{\frac{1}{20\,\pi} \times \text{Kerzen}}.$$

V.

14. Das von der Wolframlampe ausgestrahlte Licht ist wesentlich weißer, als das Licht einer Halbwattlampe. Im Gegensatz zu einer Bogenlampe ist das Licht außerordentlich ruhig, da ein Wandern des Kathodenpunktes nicht stattfindet; selbst bei einer Wechselstromlampe sind Lichtschwankungen, die den Perioden des Wechselstromes entsprechen, kaum zu unterscheiden.

15. Infolge der hohen Temperatur der Elektroden und der vor sich gehenden Bogenentladung ist die Wolframbogenlampe reich an aktinischen Strahlen, sie dürfte deshalb in vielen Fällen die Quecksilberbogenlampe ersetzen können, wenn als Hülle der Lampe Quarz verwendet wird. Vom Nutzen dürfte auch eine Kombination der Wolframbogenlampe mit einer Quarz-Quecksilberbogenlampe sein; diese Kombination ist in Wirklichkeit eine gasgefüllte Quecksilberbogenlampe, deren Elektroden aus Wolfram bestehen, die Kathode kann auch Quecksilber sein. Man muß durch entsprechende Anordnung von Kondensationskammern verhindern, daß das neutrale Gas durch den Quecksilberdampf verdrängt wird. Der Vorteil einer derartigen Lampe liegt darin, daß das neutrale Gas den Quecksilberbogen zusammendrückt, somit seine Temperatur und Aktinität erhöht.

16. Das Anwendungsgebiet der Wolframbogenlampe liegt im Gebiete der Projektion, namentlich für kleinere Projektionsapparate, Ultramikroskopie u. ä. Der Gehalt an aktinischen Strahlen macht die Lampe für medizinische Zwecke sowie für chemische Reaktionen geeignet, die auf Lichtwirkung beruhen, unter anderem auch für Photographie und Lichtpausanstalten. Von der Eigenschaft der Gleichrichtung wird man ebenfalls in besonderen Fällen Gebrauch machen können.

Graphische Darstellung des Verhaltens von Synchronmaschinen mit ausgebildeten Polen entsprechend der Rückwirkungszerlegung nach Blondel-Sumec.

Von Dr.-Ing. **Bohuslav Závada.**

(Schluß von Heft 30, Seite 337.)

III. Darstellung der Leistung, der Verluste und Bestimmung der Stabilitätsgrenzen im Diagramm bei konstanter Erregung und Klemmenspannung.

Die elektrische Leistung der Maschine, welche durch das Produkt $3\,P\,.\,J\,.\cos\varphi$ gegeben ist, findet im Diagramm $E\,D$ (Abb. 8) ihre Darstellung durch den Abstand des Diagrammpunktes von der vertikalen Achse Ξ (siehe $W_{e/5}$ für den Punkt 5 in Abb. 8).

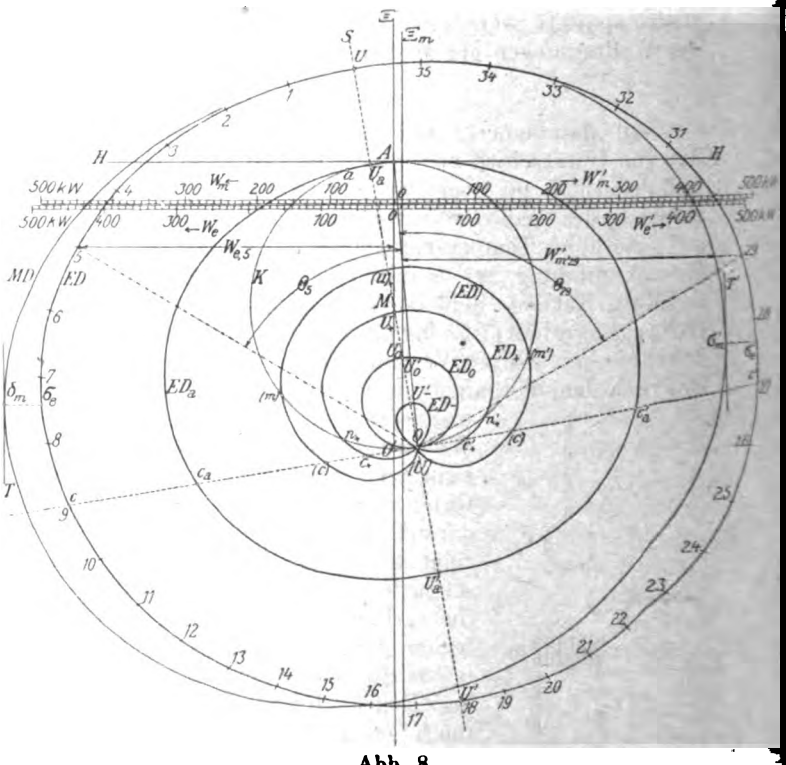


Abb. 8.

Digitized by Google

Der Leistungsmaßstab ergibt sich aus dieser einfachen Erwägung:

bedeutet 1 cm in dem Strommaßstab u A und beträgt die Knotenpunktspannung P V, so stellt 1 cm auf einer horizontalen Strecke die Leistung $3\,P\,u$ W vor } 21).

Soll aus der elektrischen Leistung die mechanische abgeleitet worden, so müssen bei Generatorbetrieb sämtliche Verluste zugezählt, bei Motorbetrieb wieder abgezogen werden[16]).

Nimmt man der Einfachheit halber an, daß die Eisenverluste, wie dies bei den Reibungsverlusten und Erregerverlusten[17]) tatsächlich zutrifft, bei allen Betriebszuständen nach Diagramm $E\,D$ denselben Betrag haben, und zieht man die vertikale Achse Ξ_m, welche gegen Ξ um den Betrag dieser dreierlei Verluste nach rechts verschoben ist, so stellen schon die von der neuen Achse gemessenen Abstände der Diagrammpunkte eine gegenüber der elektrischen Leistung um diese Verluste sinngemäß vergrößerte oder verminderte Leistung dar.

Trägt man von jedem Punkt des elektrischen Diagrammes ${}_8E\,D$ nach links solche Längen ab, die im Leistungsmaßstab die zugehörigen Kupferverluste $3\,r\,J^2$ angeben, erhält man das auf die Achse Ξ_m bezogene Diagramm ${}_8M\,D$ für die mechanische Leistung[18]). Selbstverständlich liegen immer die beiden zueinander gehörigen Punkte des elektrischen und mechanischen Diagrammes auf gemeinsamer Horizontale.

Die Stabilitätsgrenzen ${}_8\sigma_m$ und ${}_9\sigma_m'$ werden als Punkte der größten mechanischen Leistung durch die zu $M\,D$ vertikal gezogenen Tangenten T und T' bestimmt.

Die nützliche generatorische Leistung an der Stabilitätsgrenze beträgt für den betrachteten Generator bei 5250 V und 37·8 A Erregung 485 kW, die höchste nützliche Motorleistung 450 kW.

IV. Die Größe der Erregung und die Form des Stromdiagrammes bei konstanter Erregung und Klemmenspannung.

Abb. 8 stellt außer den schon besprochenen Diagrammen $E\,D$ und $M\,D$ noch das zu Nullerregung gehörige Stromdiagramm $E\,D_0$ vor, sowie die Stromdiagramme $E\,D_\pm$, $[E\,D]$ und $E\,D_a$, welche gewissen besonderen Erregungsstufen entsprechen.

Da der zur Ableitung benutzte Konstruktionsvorgang bei allen der schon erkannte bleibt, so genügt es, die Eigentümlichkeiten der einzelnen Fälle hervorzuheben.

1. Bei der unerregten Maschine gehen die Geraden L_0 und F_0 (Abb. 9) durch den Ursprung der Charakteristik, und die beiden Grenzpunkte s_0 und s_0' liegen symmetrisch in bezug auf diesen Ursprung.

Es ist hier interessant, daß schon die Hälfte des zwischen ${}_9s_0$ und ${}_9s_0'$ liegenden Teiles der Charakteristik das ganze Stromdiagramm ${}_8E\,D_0$ liefert: die zweite Hälfte ergibt die Wiederholung dieses Diagrammes.

Bei der normal erregten Maschine erfolgt nämlich — wie aus Abb. 7 ersichtlich ist — der Übergang aus dem labilen Generatorbereich in den labilen Motorbereich bei $\Theta =$ zirka 180°, für die unerregte Maschine dagegen bei $\Theta =$ zirka 90°.

Zur Erklärung sei nur aufgeführt:

Erreicht bei unerregter als Generator wirkender Maschine der Winkel ϑ den Betrag $90^0 - \delta$, was dem Punkte ${}_8O$ des Diagrammes $E\,D_0$ entspricht, so hat man keine direkte Ankerrückwirkung (der Punkt O liegt auf der Kreislinie K!) und also hat das ganze Feld der Maschine, welches dabei nur aus dem Ankerquerfeld und Ankerstreufeld besteht, eine symmetrische Verteilung gegenüber der Pollücke: unmittelbar zuvor hatte das Magnetrad noch dieselbe Polarität als während der ganzen Generatortätigkeit, unmittelbar nachher erhält das Magnetrad die umgekehrte Polarität. Also kehrt bei $\Theta = 90^0 - \delta$ der E_h-Vektor, welcher hier nur durch die direkte Ankerrückwirkung hervorgerufen wird, plötzlich seine Richtung um, was einer Drehung um 180° gleichkommt.

Was die Gestalt des Stromdiagrammes anbelangt, ist sie, wenn der in Frage kommende Abschnitt $s_0\,s_0'$ der Charakteristik gänzlich in ihren geradlinigen Teil fällt, genau kreisförmig, sonst ist das Diagramm gegenüber der Kreislinie an den Stellen um $\vartheta =$ Null herum etwas abgeflacht.

2. Eine eigentümliche Form ${}_8E\,D_\pm$ weist das Stromdiagramm bei so kleiner Erregung auf, daß der Schnittpunkt $\omega_\pm$ der Geraden $F_\pm$ mit der Charakteristik zwischen die beiden Grenzpunkte S_+ und S_-' fällt (Abb. 9). Nämlich es besteht dann aus zwei sich in dem Punkt ${}_8O$ schneidenden Schleifen $E\,D_+$ und $E\,D_-$, von denen eine außerhalb die andere innerhalb des Diagrammes ${}_8E\,D_0$ liegt, und besitzt darum sowohl als Motor wie als Generator zwei Stabilitätsbereiche[19]).

Die Tatsache, daß unter Umständen eine Synchronmaschine auch bei $\vartheta = 180^0$ stabil arbeiten kann, ist an und für sich bekannt, sie wird nebenbei auch von Arnold-la Cour und Sumec aufgeführt. Freilich, um bei gewöhnlichen Verhältnissen zur Arbeitsweise nach der inneren Diagrammschleife zu gelangen, muß man den Erregerstrom ausschalten und dann seine Richtung umkehren[20]).

Das in Abb. 8 gezeichnete Diagramm $E\,D_\pm$ entspricht der Erregung 5·2 A.

Um zu zeigen, wie das Diagramm $E\,D_\pm$ für kleine Erregung den Übergang von dem Diagramm der un-

[16]) Betrachtet man die Leistungen und Verluste als algebraische Größen, so führt man zum Übergang von elektrischer auf mechanische Leistung mit dem Betrag der Verluste in allen Fällen dieselbe algebraische aus: zum Beispiel nimmt man die elektrische Generatorleistung als positiv und die Verluste ebenfalls als positiv an, so müssen die Verluste immer algebraisch zugezählt werden. Die algebraische Behandlung erweist sich besonders als nützlich, wenn die Maschine sich zwischen dem Motor- und Generatorstadium befindet, wobei nur ihre Verluste — und zwar teils elektrisch, teils mechanisch — gedeckt werden.

[17]) Die eigentliche Synchronmaschine wird mit der angebauten Erregermaschine als einzige Maschine betrachtet. Wird die Erregung aus einer Batterie entnommen, so kommen die Erregerverluste nicht in Betracht oder man müßte von Summe der mechanischen und chemischen Leistung sprechen.

[18]) Bei Induktionsmotoren hat man als Diagramm der elektrischen und mechanischen dieselbe Kurve (Kreislinie). Hier ist es nicht empfehlenswert: die Linien, von denen die zur mechanischen Leistung gehörigen Strecken gemessen sein müßten, würden erstens nicht gerade sein, zweitens würde für die Motorseite eine andere Linie sein als für die Generatorseite. — Die genaue Bestimmung der Stabilitätsgrenzen würde dann selbstverständlich nur durch Probieren möglich.

[19]) Freilich ist die innere Schleife manchmal so eng, daß sie gänzlich von der Ξ-Achse rechts liegt: dann entspricht keine ihrer Stellen der Arbeitsweise als Generator. Auch ist aus demselben Grunde möglich, daß bei Motorlauf entsprechend der inneren Schleife die elektrisch aufgenommene Leistung nicht genügt, die Verluste zu decken.

[20]) Wechselstromtechnik, Bd. IV (2. Auflage), Seite 229

Digitized by Google

erregten Maschine zum Diagramm bei großer Erregung bildet, sei nochmals hervorgehoben, daß ${}_8E\,D_0$ ebenfalls aus zwei Schleifen besteht, die jedoch einander gleich sind und sich folglich überdecken.

Wie die Erregung von Null wächst, schnürt sich die eine Schleife ein, die andere dagegen verbreitert sich, wodurch die Form $E\,D_{\pm}$ entsteht.

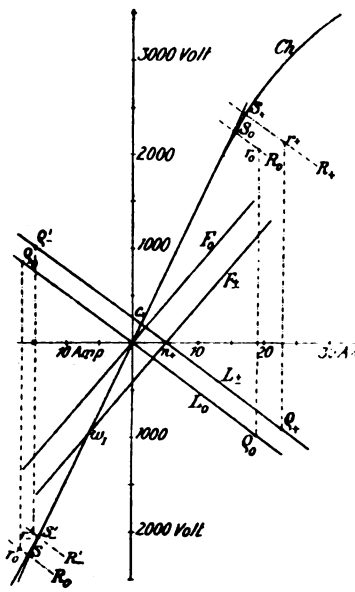


Abb. 9.

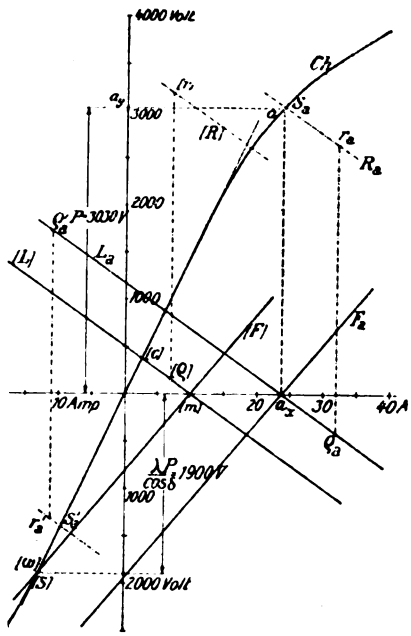


Abb. 10.

In der Charakteristik bewegt sich der Schnittpunkt ω der Geraden F mit der Charakteristik bei steigender Erregung dem unteren Grenzpunkt s' zu (vgl. Abb. 9). Erreicht die Erregung den durch den Punkt $[m]$ in Abb. 10 angegebenen Wert, daß sich der Schnittpunkt $[\omega]$mit $[s']$vereinigt, so geht das Stromdiagramm in die Form ${}_8E\,D$ über, indem die innere Schleife gänzlich in den Punkt ${}_8O$ zusammenschrumpft.

Wird die Erregung noch weiter gesteigert, so trennt sich das Stromdiagramm vom Punkte ${}_8O$ und befindet sich in allen seinen Punkten außerhalb des Diagrammes $E\,D_0$: die am Diagramm in der Gegend der Symmetrieachse (das heißt bei $0 = 180^0$) noch vorhandene auf den Punkt O zielende Einkerbung, welche bei ${}_8E\,D_a$ noch deutlich ist, schwindet, wie die Erregung wächst.

V. Die Gleichung des Stromdiagrammes bei konstanter Klemmenspannung und veränderlicher Erregung unter Voraussetzung geradliniger Charakteristik.

1. Wäre die Leerlaufcharakteristik eine durch den Ursprung gehende Gerade, so ist für den Fall einer unerregten Maschine ohne weiteres ersichtlich, daß das Stromdiagramm eine die Kreislinie K im Punkte O berührende Kreislinie sein wird[21]).

Der Durchmesser dieser Kreislinie ergibt sich aus Abb. 11, welche aus Abb. 9 entstanden ist. Die Geraden F_0 und L_0 sind dabei getreu übernommen worden, die Charakteristik ${}_{11}Ch$ erhielt man durch lineare Verlängerung des geradlinigen Teiles der wirklichen Charakteristik: ihre Ordinaten haben außerdem durch Division mit z' die Bedeutung von Strömen erhalten, was jedoch wegen der getroffenen Wahl der Maßstäbe ihre Längen unverändert ließ.

Der Gang der Ableitung ist in Abb. 11 durch die beigefügten Ziffern angegeben.

Die Länge $\overline{s_0\,l_0}$ ist nach dem über den Grenzpunkt s_0 Gesagten dem Durchmesser der bekannten Kreislinie K gleich (siehe Abb. 6 und 7) und hat in dem Strommaßstab den Betrag

$$\frac{P}{\cos\delta} : z' = \frac{P}{x'}, \quad \left[\frac{3030\ \text{V}}{69{\cdot}5\ \Omega} = 43{\cdot}6\ \text{A}\right].$$

Bezeichnet man mit J_u den Ankerstrom, welcher zu s_0 gehört (vgl. den nicht gezogenen Vektor $A\,U_0$ in Abb. 8) und ψ_u seine innere Phasenverschiebung, so wird, wie sich aus Addition der Gleichung 17) und 18) ergibt, die Strecke $\overline{u_0\,t_0}$ die direkt reagierende durch $\cos\delta$ geteilte Komponente dieses Ankerstromes vorstellen

$$\overline{u_0\,l_0} = \frac{J_u}{\cos\delta} \cdot \sin\psi_u.$$

Die Strecke $\overline{o\,v_0}$ wird nach Gleichung 16) der direkt wirkenden durch Multiplikation mit

$$\mu_d = a_d' \frac{m_{st}}{m_{rot}}$$

auf die Magnetwicklung reduzierte Komponente von J_u sein.

$$\overline{o\,v_0} = a_d' \frac{m_{st}}{m_{rot}} J_u \sin\psi_u.$$

Die Größenbeziehung zwischen der Charakteristik-Abszisse $\overline{o\,v_0}$ und der Charakteristik-Ordinate $\overline{v_0\,s_0}$ ergibt sich aus dem Vorgang nach Sumec zur Bestimmung von E_{QS} aus der Charakteristik.

In Abb. 12 ist diese Beziehung nochmals veranschaulicht.

Als Abszisse ist die auf die Magnetwicklung reduzierte quer wirkende Komponente $a_q' \frac{m_{st}}{m_{rot}} \cdot J$ eines Ankerstromes J, der keine innere Phasenverschiebung hat ($\cos\psi = 1$), aufgetragen. Die zugehörige Ordinate gibt also im Spannungsmaßstab die diesem Strome entsprechende Spannung $E_{QS} = J\,x_q$ an; im Strommaßstab hat dieselbe Ordinate entsprechend der Gleichung 10) den Betrag

$$\frac{E_{QS}}{z'} = \frac{J\,x_q}{z'} = \frac{\lambda}{\cos\delta} J.$$

Es ergibt sich also die Proportionalität für die Abb. 11

$$\overline{o\,v_0} : \overline{v\,s_0} = a_q' \frac{m_{st}}{m_{rot}} : \frac{\lambda}{\cos\delta},$$

daraus

$$\overline{v_0\,s_0} = \lambda \frac{1}{a_q'} \cdot \frac{m_{rot}}{m_{st}} \cdot \frac{\overline{o\,v_0}}{\cos\delta}.$$

Setzt man den für $\overline{o\,v_0}$ gefundenen Wert ein, so erhält man

$$\overline{v_0\,s_0} = \frac{a_d'}{a_q'} \lambda J_u \frac{\sin\psi_u}{\cos\delta}.$$

Subtrahiert man von dem rechts geschriebenen Ausdruck den sich nach Gleichung 17) ergebenden Betrag von $\overline{u\,v_0} = \lambda J_u \frac{\sin\psi_u}{\cos\delta}$, so erhält man den Ausdruck für die Länge $\overline{s_0\,u_0}$: dieselbe ist dem Diagrammdurchmesser $({}_8O\,U_0)_{id}$ gleich

$$\overline{{}_{11}s_0\,u_0} = (\overline{{}_8O\,U_0})_{id} = \left(\frac{a_d'}{a_q'} - 1\right) \lambda J_u \sin\psi_u.$$

[21]) Unter denselben Voraussetzungen ist dieses Diagramm von Pichelmayer in E. u. M. 1910, Seite 810, abgeleitet worden.

Digitized by Google

Um die Hilfsgröße $J_u \sin \psi_u$ zu eliminieren, drückt man sich dadurch die Länge $\overline{s_0 t_0} = P/x'$ aus

$$\frac{P}{x'} = \left[1 + \lambda\left(\frac{a_d'}{a_q'} - 1\right)\right] J_u \sin \psi_u$$

und den sich ergebenden Wert von $J_u \sin \psi_u$ setzt man in die vorangehende Gleichung ein. Man erhält dadurch für den Diagrammdurchmesser

$$(\overline{O\,U_0})_{id} = \frac{P}{x'} \frac{\lambda\left(\frac{a_d'}{a_q'} - 1\right)}{\lambda\left(\frac{a_d'}{a_q'} - 1\right) + 1} \quad \ldots \quad 22),$$

$$= \frac{P}{x'} \frac{a_d' - a_q'}{a_d' = \frac{x_s}{x_q} a_q'} \quad \ldots \quad 22').$$

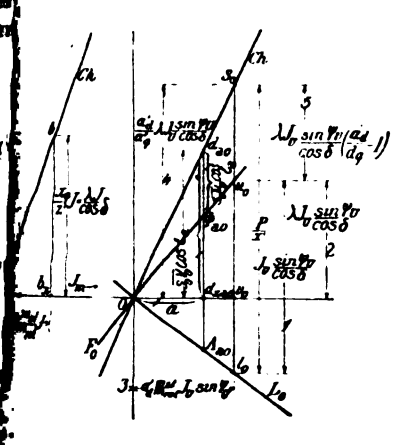


Abb. 12.

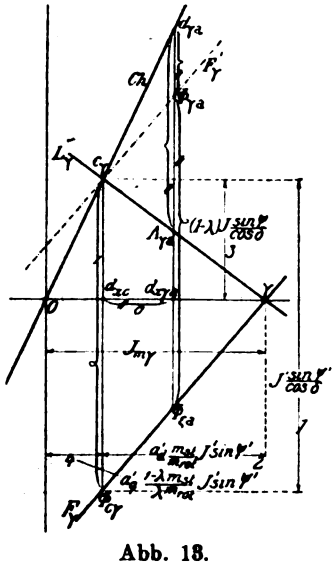


Abb. 11.

Abb. 13.

2. Für die Ableitung des unter denselben Voraussetzungen gültigen Stromdiagrammes der erregten Maschine haben die hier aufgeführten aus dem Vergleich der Abb. 11 mit Abb. 13 sich ergebenden Beziehungen besondere Bedeutung.

a) Bei geradliniger Charakteristik gehört bei jeder Erregung zu den um dieselbe Länge a von dem Schnittpunkte $c \equiv Ch \times L$ entfernten Ordinaten derselbe Winkel ε im Stromdiagramm.

b) Bei beliebiger Erregung $\overline{o\gamma}$ hat jeder zwischen der Charakteristik und der Geraden F_γ gemessene Ordinatenabschnitt algebraisch um die Länge $\overline{c_\gamma \Phi_{c\gamma}}$ größeren Wert als ein ähnlicher demselben Winkel ε bei unerregter Maschine zugehöriger Ordinatenabschnitt.

Die Stromdiagramme haben also sämtlich die Form Pascalscher Kurven, welche in einem Spezialfalle in die Cardioide übergeht. Auch die bei Erregung Null erkannte Kreislinie ist ein Sonderfall dieser Kurve; es wurde ja schon früher hervorgehoben, daß diese Kreislinie zweimal umlaufen wird.

In Abb. 13 bezeichnet man mit J' den zu dem Punkte c_γ zugehörigen Ankerstrom mit ψ' seine innere Phasenverschiebung. Die einzelnen dort angedeuteten Längen sind in der durch beigefügte Ziffer angegebenen Reihenfolge vermittelst der Hilfsgröße $J' \sin \psi'$ ausgedrückt.

Der Erregerstrom multipliziert mit dem Verhältnisse der Kotierungsausdrücke gemäß dem Schema $\frac{3.}{2. + 4.}$ gibt den Wert für $\overline{c_\gamma \Phi_{c\gamma}}$ in passender Form. Im Stromdiagramm (siehe Abb. 8) erscheint diese Länge als Strahlabschnitt $\overline{Oc}$ auf der durch Punkt O zur Kreislinie K geführten Tangente (dabei $\varepsilon = 90^0$!).

Darum kann geschrieben werden, wenn $J_m = \overline{o\gamma}$ den Erregerstrom bezeichnet

$$\overline{O\,c} = J_m \frac{m_{rot}}{m_{st}} \frac{\lambda}{\cos \delta \left[a_q'(1-\lambda) + a_d' \lambda\right]} \quad . \quad 23),$$

$$\doteq J_m \frac{m_{rot}}{m_{st}} \frac{1}{a_d' + a_q' \frac{x_s}{x_q}} \quad \ldots \quad 23').$$

Die Polargleichung des Stromdiagrammes bezogen auf O als Pol $\overline{SS}$ als Polarachse mit der Richtung nach aufwärts als positiv wird dann lauten (wenn ξ den Radius Vektor und ε seinen Richtungswinkel angeben)

$$\xi \doteq J_m \frac{m_{rot}}{m_{st}} \frac{1}{a_d' + a_q' \frac{x_s}{x_q}} + \frac{P}{x'} \frac{a_d' - a_q'}{a_d' + a_q' \frac{x_s}{x_q}} \cdot \cos \varepsilon \quad 24').$$

VI. Die Synchronmaschine bei konstanter mechanischer Belastung, konstanter Klemmenspannung aber veränderlicher Erregung.

Beträgt in Abb. 14 der Abstand des mechanischen Diagrammes $M\Delta$ von der Achse Ξ im Strommaßstab gemessen a A und bedeutet η die Wattkomponente, ξ die wattlose Komponente des gesuchten Ankerstromes, so ist der Kupferverlust in einer Teilwicklung durch den Ausdruck $r_\varphi(\xi^2 + \eta^2)$ gegeben; andererseits bei dem schon gezeichneten Stromdiagramme würde man ihn aus dem Abstand $(\eta - a)$ der einander zugeordneten Punkte des elektrischen und des mechanischen Diagrammes zu $P_\varphi(\eta - a)$ bestimmen.

Dies vereinigt, ergibt die Gleichung des Stromdiagrammes

$$\xi^2 + \eta^2 = \frac{P_\varphi}{r_\varphi}(\eta - a) \quad \ldots \quad 25),$$

aus welcher ersichtlich ist, daß es durch eine Kreislinie dargestellt wird. — Diese Gleichung in die Form gebracht

$$\left(\eta - \frac{P_\varphi}{2\,r_\varphi}\right)^2 + \xi = \frac{P_\varphi}{r_\varphi}\left(\frac{P_\varphi}{4\,r_\varphi} - a\right) \quad . \quad 25a)$$

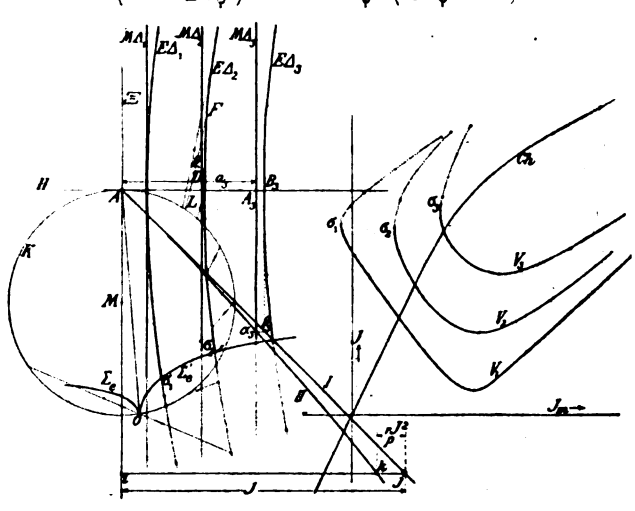


Abb. 14.

Abb. 15.

zeigt durch die linke Seite, daß die Mittelpunktlage des Stromdiagrammes von der mechanischen Belastung der Maschine unabhängig ist, indem sich der Mittelpunkt immer auf der horizontalen Achse im Abstand

Digitized by Google

$\frac{P_\varphi}{3 r_\varphi}$ befindet: es sind also sämtliche Stromdiagramme konzentrische Kreislinien [22]).

Das Radiusquadrat des Stromdiagrammes ist durch das Produkt auf der rechten Seite der Gleichung 25a) wiedergegeben. Daraus ergibt sich, daß die mit der Klemmenspannung P_φ höchst erreichbare mechanische Leistung bei

$$a = \frac{P_\varphi}{4 r_\varphi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 26)$$

eintritt und bei Dreiphasenmaschinen inklusive der Leerlaufsverluste den Betrag

$$3 \frac{P_\varphi^2}{4 r_\varphi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 26a)$$

aufweist [23]). Würde nämlich a größer sein als nach Gleichung 26), so würde die rechte Seite der Gleichung 25 a) negativ ausfallen und so einen imaginären Halbmesser ergeben.

Die geometrische Konstruktion für den Halbmesser des Stromdiagrammes bei beliebigem a entsprechend der rechten Seite der Gleichung 25 a) gestaltet sich im Prinzipe sehr einfach, nimmt aber sehr viel Raum in Anspruch, darum ist es vorteilhafter, den auf der horizontalen Achse H liegenden Punkt des Stromdiagrammes zu ermitteln.

Man zeichnet eine beliebige gegen die Achse Ξ geneigte Gerade I, gibt ihren horizontalen von Ξ gemessenen Ordinaten die Bedeutung von Strömen und zieht von jeder den ihrem Strombetrag J entsprechenden Abschnitt $\frac{r_\varphi J^2}{P_\varphi}$ ab; es wird auf diese Weise die Kurve II erhalten [24]).

Die horizontale Strecke b' zwischen dem Schnittpunkt α des mechanischen Diagrammes mit II und dem zugeordneten Punkt β der Geraden I gibt selbstverständlich den Abstand der Scheitel B des Stromdiagrammes von dem mechanischen Diagramm an.

* * *

Die auf die beschriebene Weise abgeleiteten in Abb. 14 vorgeführten elektrischen Diagramme $E\Delta_1$, $E\Delta_2$ und $E\Delta_3$ charakterisieren nicht genügend die Betriebszustände, welche ihren einzelnen Punkten entsprechen: die Erregung ist dort nicht direkt ersichtlich.

Zur Abhilfe zeichnet man entweder über Abb. 14 eine Serie der Stromdiagramme für dieselbe konstante Spannung, für welche Abb. 14 gilt und für mehrere Stufen konstanter Erregung (siehe Abb. 8).

Auch kann man für einzelne Punkte der Stromdiagramme $E\Delta$ die Erregung ermitteln und daraus bestimmt man dann neue Kurven (Abb. 15), welche die Abhängigkeit des Ankerstromes von der Erregung vorführen; wegen ihrer Gestalt werden sie V-Kurven genannt.

Bemerkungen:

1. Bei vielfach wiederholter Bestimmung der Erregung ist für schnelles und übersichtliches Arbeiten diese Abänderung des in Abb. 4 gegebenen Vorganges empfehlenswert. — Der vom Stromdiagrammpunkt F zum Ursprung O zielende Strahl wird nur bis zur Kreislinie K gezogen und so der entsprechende Punkt L bestimmt; aus der Strecke FL werden dann serienweise mit dem Rechenschieber die Längen

$$\overline{FD} = \lambda \cdot \overline{FL} \text{ und } \overline{Fg} = \mu_d' \overline{FL}$$

ermittelt.

2. Die Kurven Σ_e und Σ_e' sind aus der Abb. 8 übertragen; dort waren sie erhalten als Verbindung der Stabilitätsgrenzen σ_e, σ_e' auf den einzelnen Stromdiagrammen ED. Dadurch sind die Stromdiagramme $E\Delta$ der Abb. 14 in stabile und labile Partien geteilt.

[22]) Dasselbe Ergebnis findet man nach Blondel in „Wechselstromtechnik", Bd. IV, 2. Auflage, Seite 196.

[23]) „Wechselstromtechnik IV", Seite 192.

[24]) Es ist dies eine Parabel mit horizontaler Achse, welche die Gerade I als Tangente hat und dieselbe in ihrem Schnittpunkt mit der Achse Ξ trifft; ihr Scheitel hat die Entfernung $\frac{P_\varphi^2}{4 r_\varphi}$ von der Achse Ξ.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß die Ableitung der die Synchronmaschine unter bestimmten Betriebszuständen charakterisierenden Diagramme auch bei Berücksichtigung aller durch die modernen Bearbeitungen hervorgehobenen Umstände in einer ziemlich bequemen Weise möglich ist.

Das hier benutzte Verfahren, angewandt an zwei parallel arbeitende Maschinen, ermöglicht die durch ihr Pendeln hervorgerufenen Spannungsschwankungen zu ermitteln, wie in einer künftigen Abhandlung gezeigt werden soll.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Die Turbinenluftpumpe System Jaeger, welche in neuester Zeit häufig zur Verwendung gelangt, eignet sich hauptsächlich für die direkte Kupplung mit Elektromotor oder Kleinturbine. Die Pumpe besteht aus einem Schleuderrad, welches von einer Ringdüse umgeben ist. Ein Regulierschieber regelt den achsialen Wasserzulauf zum Schleuderrade. Schleuderrad und Ringdüse sind von einem Gehäuse umschlossen, an welches sich tangential der Wasseraustrittsstutzen anschließt. Das achsial eintretende Arbeitswasser wird aus dem Schleuderrade in Form feiner Wasserbänder von einigen Zehntelmillimeter Dicke herausgeschleudert und reißt dadurch die durch einen Ausschnitt im Gehäuse angesaugte Luft mit. Die Wasserbänder legen sich schneckenförmig um das Schleuderrad, schließen die Luft zwischen sich ein und nehmen sie bei ihrem Durchgang durch die sich allmählich verengende Ringdüse mit, wobei die Luft auf Atmosphärendruck gebracht wird. Das Wasserluftgemisch tritt entweder in einen Wasserbehälter frei aus, oder er kann auch einige Meter hochgedrückt werden. Ebenso fließt entweder das Arbeitswasser unter Druck zu, oder es wird angesaugt. Die Pumpe weist nachstehende Vorteile auf: 1. Durch die dünnen Wasserbänder erzielt man eine große Luftförderung bei geringem Wasserverbrauch. 2. Da enge Querschnitte, die sich verstopfen könnten, vermieden werden, ist die Pumpe auch für unreines Arbeitswasser anwendbar. 3. Im Gegensatze zu anderen umlaufenden Luftpumpen, die stets mit vollem Wasserverbrauch und daher mit vollem Kraftbedarf, gleichgültig wie niedrig die Belastung ist, arbeiten müssen, vermag man hier durch Einstellung des Regulierschiebers den Wasserverbrauch bezw. den Kraftbedarf der jeweiligen Luftförderung anzupassen. 4. Die Stopfbüchsen haben nur gegen den Saugraum des Arbeitswassers, aber nicht gegen die hohe Luftleere abzudichten. Die Pumpe wird vorteilhaft mit der Kondensatpumpe zusammengebaut, wodurch man die Möglichkeit hat, die Kondensatpumpe durch die Luftpumpe vollständig zu entlüften, so daß ein Versagen der ersteren ausgeschlossen erscheint.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1918, Heft 11.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Einrichtungen zur Vornahme von Schleuderproben an rasch umlaufenden Maschinenteilen. Die A. G. Brown-Boveri & Co. hat für diese Zwecke zwei Schleuderanlagen eingerichtet, eine für horizontale und eine für vertikale Teile, in welche fertige Läufer oder Polräder sowie sonstige rasch umlaufende Maschinenteile einer maximalen Drehzahl von 120 bis 200% der normalen unterworfen werden können.

Digitized by Google

Die Anlage für horizontalen Umlauf befindet sich in einem durch starke Eisenbetonmauern gebildeten Gewölbe, teilweise in eine natürliche Erdböschung eingebaut. Die zu untersuchenden Stücke werden auf einem Eisenbahnwaggon in das Gewölbe eingeführt, von zwei Flaschenzügen gehoben und auf zwei fahrbare Lagerböcke gelagert. Jeder Lagerbock (Abb. 1) besteht aus einem vierräderigen Wagen mit einer hydraulischen, durch einen seitlich angebrachten Pumpenhebel betätigten Hebevorrichtung. Auf einer rechteckigen Platte der Preßkolben sind die Lagerträger befestigt und auf diesen die beiden Supports und zwischen ihnen ist der Lagerkopf eingebaut. Die Lagerböcke dienen zum Transport von schweren Läufern in die Schleuderanlage. Jeder Lagerbock ist als Drehgestell ausgebildet. In der Anlage angelangt, werden beide Böcke in der nötigen Entfernung durch einstellbare U-Eisen miteinander verbunden und durch Senken der Preßkolben die Lagerträger auf die seitliche Führungsschiene heruntergelassen und in der für den Versuch bestimmten Stellung festgeschraubt. Der zu untersuchende Läufer wird mit Klauenkupplungen und Zwischenstücke mit dem erforderlichen Zahnradvorgelege verbunden, das wieder durch eine Klauenkupplung mit der Welle eines seitlich verschiebbaren Motors gekuppelt wird. Zum Antrieb dient ein 600- bis 1000-PS Drehstrommotor für 2000 V, 50 Per/s, 1470 normale Tourenzahl. Die Regelung erfolgt durch einen Heißwasser-Regulierwiderstand, der in einem 30 m vom Motor entfernten Schalthaus aufgestellt ist. Durch zwei Zahnradvorgelege können höchste Drehzahlen von 4000 bis 7000 erreicht werden. Eine kleine elektrisch angetriebene Zahnradölpumpe sowie ein Ölbehälter als Reserve dienen zur Schmierung der Lager und des Vorgeleges mit Drucköl. Die Tourenzahl wird mittels Tachometer-Dynamo gemessen, die mittels Kette von der Motorwelle angetrieben wird und Strom in den Frequenzmesser schickt, der unmittelbar die Tourenzahl angibt. Es sind drei solcher Dynamos mit 2, 4 und 8 Polen vorgesehen, die drei Meßbereichen zwischen 200 und 1600 Touren entsprechen.

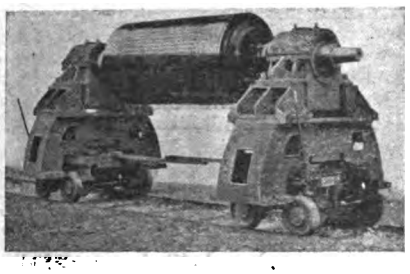


Abb. 1.

Um Polräder mit vertikaler Welle der Schleuderprobe zu unterziehen, wird im Boden eine 2·6 m tiefe kreisrunde Grube von 8 m Durchmesser ausgehoben und ausgemauert. Auf eine vertikale, über eine feststehende Welle aufgeschobene und auf Kugeln gelagerte Hohlwelle wird das Polrad aufgesetzt. Die feststehende Welle ist unten in einer Fundamentplatte und oben durch zwei Streben gehalten. Das zu schleudernde Polrad wird mittels eines Lederriemens und einer über dem Polrad auf die Hohlwelle aufgesetzten Riemenscheibe von 2 m Durchmesser und 70 cm Breite, von einem 300 PS-Drehstrommotor mit vertikaler Welle angetrieben, der in einem an die Grube angebauten Schalthäuschen angebracht ist. Die Antriebs-Riemenscheibe von 1 m Durchmesser sitzt auf der unten verlängerten Welle des Motors innerhalb seines gußeisernen Fundamentsockels. Der Sockel läßt sich zwecks Spannens des Riemens mit dem Motor verschieben. Auch hier erfolgt die Messung der Tourenzahl mittels Tachometer-Dynamo.

(BBC Mitteilungen IV, Heft 12, 1917.)

Stromverteilung.

Bau großer Überlandzentralen. H. Roth. Die großen Schwankungen der Gebrauchsspannung von ausgedehnten Überlandzentralen rühren davon her, daß man mit dem Spannungsabfall in den Haupt-, Mittel- und Niederspannungsleitungen, in den Zwischen- und Ortstransformatoren zu rechnen hat. Eine ideale Spannungsregelung würde darin bestehen, jeden Ortstransformator mit einem regelnden Drehtransformator zu versehen, der mittels eines Schnellreglers automatisch verstellt wird. Dem stehen aber die großen Kosten entgegen. Bei landwirtschaftlichen Überlandzentralen empfiehlt sich der Einbau eines Drehtransformators in die Zwischenstation, also in das Mittelspannungsnetz, wobei am besten der Drehtransformator vor den Nullpunkt der Mittelspannungsseite eingebaut wird (Abb. 2). Für eine derartige Zwischenstation wird ein Schaltbild angegeben. Der Drehtransformator besteht aus zwei gegeneinandergeschalteten Drehstrommotoren, bei welchen Grundspannung und geregelte Spannung gleiche Phase haben. Die Verstellung erfolgt durch einen an Niederspannung liegenden Motor, der durch ein kompensiertes Kontaktvoltmeter angelegt wird. Dadurch wird also erreicht, daß nur der Spannungsabfall in den Mittelspannungsleitungen, Ortstransformatoren und Niederspannungsleitungen Einfluß auf die Gebrauchsspannung nehmen; die größten Schwankungen können $\pm 4\%$ betragen.

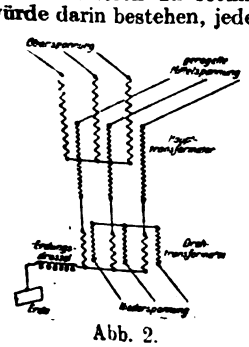


Abb. 2.

Zur Bestimmung der Reichweite einer Zwischenstation und deren Abhängigkeit von Mittelspannung und Leiterquerschnitt geht der Verfasser von der vereinfachten Gleichung für den Spannungsabfall in Drehstromnetzen aus $\delta\% = \frac{1{\cdot}75 \,.\, W \,.\, l}{q \,.\, E^2 \,.\, \cos\varphi}$, wobei W die Belastung in kW, l die Entfernung in km, q Leiterquerschnitt in mm² und E Spannung in kV bedeuten. Bei landwirtschaftlichen Überlandzentralen kann man W der versorgten Fläche proportional setzen, also $W = c_0 \,.\, r^2\pi$, wo r der Halbmesser der versorgten Kreisfläche, also die Reichweite, c_0 die Belastung pro Flächeneinheit, die Anschlußgröße, bedeutet. Die Länge l kann man, nach dem Schwerpunktsprinzip rechnend, der Reichweite proportional setzen, $l = c_1 \,.\, r$, wo c_1 als Netzgröße bezeichnet wird. Es ergibt sich dann für den Spannungsabfall, einen bestimmten Querschnitt vorausgesetzt, der Ausdruck $\delta\% = c'' \,.\, \frac{r^3}{E^2}$. Die Mittelspannung muß sich also mit der $^3/_2$-Potenz der Reichweite ändern. Es wird dann angenommen, daß von jeder Zwischenstation vier offene Leitungen ausgehen, jede einen Netzquadranten versorgend. An diese Hauptleitung setzen sich die Anschlußleitungen unter 90° oder unter 45° an. Im ersten Fall wird c_1 mit 0·525, im zweiten mit 0·277 berechnet; im Mittel ist $c_1 = 0{\cdot}4$. Die Anschlußgröße c_0 wird für die Dreschperiode (vier Monate = 1000 h) mit 1 pro km² angesetzt. Es ergibt sich zum Beispiel für eine Fläche von 11 300 km², also $r = 60$ km, bei $c_0 = 0{\cdot}7$, $c_1 = 0{\cdot}4$, $\cos\varphi = 0{\cdot}8$, einer Zwischenstation für das Gebiet mit einer Strahlenleitung von 16 mm² pro Quadranten, $E = 40$ kV, wenn $\delta_{max} = 4\%$ sein soll. Für beliebig andere Spannungen lassen sich die Reichweiten daraus ableiten, wenn man nach obigem annimmt, daß sich die Spannung wie die $^3/_2$ Potenz der Reichweite ändert. Die Anzahl der Zwischenstationen ermittelt man durch Division der ganzen Fläche durch die zur jeweiligen Reichweite r gehörigen Fläche $r^2\pi$. Wird dann eine bestimmte Mittelspannung festgesetzt, so ist $\delta\% = c\frac{r^3}{q}$, also muß sich der Querschnitt mit der dritten Potenz der Reichweite ändern. Nach dieser Gesetzmäßigkeit läßt sich dann für andere Querschnitte die Reichweite ermitteln. Es ergibt sich, daß die Anzahl der Zwischenstationen mit der Verringerung der Mittelspannung größer wird. Damit wachsen aber die Anlagekosten, andererseits werden Transformatorstationen und Netze bei niedriger Spannung billiger hergestellt. Die günstigsten Verhältnisse müssen jeweils ermittelt werden. Nach den Erfahrungen des Verfassers ist bei 50 000 V Hochspannung die Mittelspannung von 10 000 V, bei 30 000 bis 40 000 V Hochspannung die Mittelspannung von 6000 V die wirtschaftlich günstigste. Bei 100 000 V Hochspannung müssen zwei Mittelspannungen von 50 000 V und 10 000 V gewählt werden. (E. T. Z. 39, Heft 12, 1918.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Empfangsstärke und Abstimmschärfe. Dr. W. Burstyn. Die Empfangsstärke wird in üblicher Weise der Wärmemenge gleichgesetzt, die ein in den Luftdraht des Empfängers eingefügter, den Detektor ersetzender Ohmscher Widerstand aufnimmt. Für die Abstimmschärfe wird gezeigt, daß als ihr Maß das Reziproke der Gesamtdämpfung δ des Empfängers anzusehen ist. Loserem Koppeln des Empfängers entspricht (im Gegensatz zur geltenden Anschauung) nicht einfach eine Verminderung des Detektorwiderstandes, sondern das Einfügen zusätzlicher Selbstinduktion und Kapazität in den Luftdraht, wodurch seine Eigendämpfung sinkt. Als Maß dieser Verlängerung bezw. des Losermachens der Kopplung dient die Zahl n, das Verhältnis der vergrößerten Selbstinduktion des Luftdrahtes zu seiner natürlichen. Der die größte Empfangsstärke A^{max} gebende Wert des durch den Detektor hervorgerufenen Nutzdekrementes ν ist bei ungedämpften Schwingungen gleich dem übrigen Luftdrahtdekrement β (wobei $\delta = \nu + \beta$) und unabhängig von n. Bei gedämpften Schwingungen ist das günstigste $\nu = \sqrt{\beta(\alpha+\beta)}$, wobei α das Senderdekrement bedeutet. Es gelten dann folgende Formeln:

Für ungedämpfte Wellen: $A^{max} = k_1 \,.\, F^2 \,.\, \lambda^2 \,.\, \frac{\rho_0}{\zeta_0}$,

für gedämpfte Wellen: $A^{max} = k_2 \,.\, F^2 \,.\, \lambda^3 \,.\, \frac{\rho_0}{\zeta_0^2} \,.\, \frac{1}{a(1+\sqrt{1+an})}$;

für beiderlei Wellen: $\delta = \frac{\zeta_0}{n}(1+\sqrt{1+an})$.

Darin bedeutet: k einen beliebigen Proportionalitätsfaktor, F die ankommende Feldstärke, λ die Verkehrswellenlänge, ρ_0 das

Digitized by Google

Strahlungsdekrement ρ des Empfängers für $n = 1$, β_0 den Wert von β für $n = 1$, somit das Dekrement, das der Empfänger als Stoßsender (ohne Verkürzungskondensator) hätte, $a = \frac{\alpha}{\beta_0}$; a wird 1, wenn Sender und Empfänger gleiche Luftdrähte besitzen und ersterer mit Stoßerregung arbeitet; für ungedämpfte Wellen ist $a = 0$.

Um die Verhältnisse bei Veränderung der Kopplung zu verfolgen, braucht man in obigen Formeln nur jene Faktoren zu betrachten, die a und n enthalten. Die Ergebnisse lassen sich in Schaulinien darstellen, von denen die nachstehende Schar (für verschiedene a berechnet) den klarsten Überblick gewährt. Für die Abszisse bedeutet 1 jene Empfängerdämpfung (reziproke Abstimmschärfe), die man für $n = 1$ erhält; für die Ordinate ist 1 die dabei erhaltene Empfangsstärke, also die größte, die der betreffende Luftdraht ergibt.

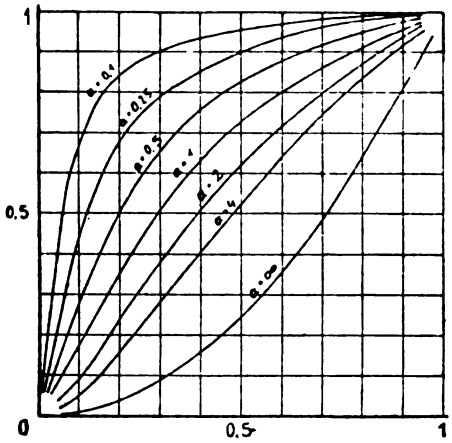


Abb. 3.

Durch loseres Koppeln sinken A^{max} und δ, aber in verschiedenem, von a abhängigem Grade. Bei ungedämpften Wellen sinkt A^{max} überhaupt nicht, für $a = 1$ anfangs ungefähr dreimal langsamer als δ und erst für $a = 4$ tritt angenähert Proportionalität ein.

Die schädliche Dämpfung des Luftdrahtes ist dabei berücksichtigt, nur jene der Verlängerungsorgane nicht; letztere allein beschränkt bei ungedämpften Wellen die erreichbare Abstimmschärfe.

An der Hand obiger Formeln lassen sich auch, wenngleich minder genau, noch andere Fragen beantworten, nämlich wie Empfangsstärke und Abstimmschärfe von der Größe des Empfangsluftdrahtes und von der Wellenlänge abhängen.

Für die Art der Abhängigkeit maßgebend ist die Zahl ρ/δ, das Verhältnis zwischen Strahlungs- und Gesamtdekrement des Luftdrahtes, dieselbe Zahl die für den Sender den Nutzeffekt angibt. Sie liegt zwischen den Grenzwerten 1 (verlustfreier Luftdraht) und 0. Die Theorie hat bisher nur den ersten Fall berücksichtigt. Es wird nachgewiesen, daß alle praktischen Fälle (vielleicht mit Ausnahme der langen Flugzeugantennen) der zweiten Grenze viel näher liegen. Die wichtigsten Ergebnisse sind folgende:

Bei ungedämpften Schwingungen ist die Empfangsstärke für den verlustfreien Luftdraht von dessen Größe unabhängig, für den „schlechten" Luftdraht $\left(\frac{\delta}{\rho} \sim 0\right)$ ist sie der dritten Potenz seiner Höhe proportional, geometrische Ähnlichkeit vorausgesetzt. Bei gedämpften Schwingungen ist für den verlustfreien Luftdraht die Abhängigkeit von der Höhe ziemlich kompliziert; sind Sender und Empfänger einander geometrisch ähnlich, arbeitet ersterer mit Stoßerregung und ist ebenfalls verlustfrei, so ist die Empfangsstärke der Empfängerluftdrahthöhe proportional, wenn beide Luftdrähte ungefähr gleich sind; für einen niedrigeren Empfänger nimmt sie mehr als proportional ab, für einen höheren weniger als proportional zu und erreicht eine obere Grenze. Für den „schlechten" Luftdraht ist das Gesetz dasselbe wie bei ungedämpften Wellen. Die Folgerung der bisher geltenden Theorie, daß der empfangende Luftdraht nach anderen Gesichtspunkten zu bauen ist als der sendende, nämlich niedriger sein soll, ist demnach unzutreffend.

Die Abhängigkeit der Empfangsstärke von der Verkehrswellenlänge läßt sich am besten für den Löschfunkensender verfolgen. Für den verlustfreien Empfänger ist die Empfangsstärke dem Quadrate der Wellenlänge direkt proportional, für den „schlechten" verkehrt proportional. Es folgt daraus ein Optimum der Wellenlänge, welches durch die Bedingung $\lambda^2 . \beta_0 = \text{Min.}$ definiert ist und bei um so längeren Wellen liegt, je verlustfreier Sender und Empfänger gebaut sind.

(Jahrb. drahtl. Tel. Bd. 12, Heft 5, 1918.)

Literatur-Bericht.

Die Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. Von Dr. Carl Heim. Fünfte umgearbeitete Auflage. 79 Abbildungen. Verlag von Oskar Leiner. Leipzig 1918. Preis geb. Mk. 7—.

Das nunmehr in fünfter Auflage erschienene Werk des bekannten Verfassers kann in seiner jetzigen Gestalt als vollständige Darstellung in gedrängter Form unseres heutigen Wissens über die elektrochemische Natur des Bleiakkumulators, sowie seiner praktischen Verwendung, soweit sich diese auf ortsfeste Sammler bezieht, angesehen werden. Etwa zwei Drittel des 158 Textseiten umfassenden Buches sind der Praxis des Akkumulators gewidmet, der übrige Teil enthält das zum Verständnis des Wesens und der Wirkungsweise des Akkumulators Notwendige. Für ein eingehendes Studium der Theorie des Bleiakkumulators ist dieser Teil allerdings zu knapp, was aber kaum als Nachteil des Buches angesehen werden kann, da einerseits durch die zahlreichen Angaben über die einschlägige Literatur jedem, der gerade dieses theoretische Gebiet eingehender zu studieren wünscht, das Auffinden verläßlicher Quellen erleichtert wird, anderseits aber das Buch, wie der Verfasser im Vorwort selbst betont, vorwiegend für den Elektrochemiker in der Praxis bestimmt ist. Hingegen sind alle bedeutenderen Fortschritte in der Akkumulatorentechnik berücksichtigt. Die zahlreichen schematischen Darstellungen, Diagramme und Abbildungen erläutern in anschaulicher Weise den Text.

Nach einigen einleitenden Worten bespricht der Verfasser im ersten Abschnitt die Wirkungsweise und die Bauart des Akkumulators im allgemeinen, erklärt den Verlauf der Klemmenspannung beim Laden und Entladen einer Zelle an Hand einer Entlade- und einer Ladekurve und zeigt den Einfluß der Stromdichte bezw. der Entladedauer auf die Kapazität. Den Einfluß des Säuregehaltes und der Temperatur auf die Konstanten des Bleiakkumulators bringt der zweite Abschnitt, welcher vorwiegend die Theorie des Bleiakkumulators, die Natur und das Verhalten des aktiven Materials, die Formierung der Platten, die Verteilung der Kapazität auf die beiden Plattenarten, sowie die Beschreibung der Hilfselektrode und ihrer Verwendung zum Gegenstande hat.

Über Güteverhältnis und Wirkungsgrad und über die Veränderungen dieser Größen im praktischen Betrieb handelt der dritte Abschnitt. Dieser enthält auch ausführliche Hinweise auf die Einwirkung falscher Behandlung auf die Lebensdauer der Platten.

Die folgenden Abschnitte IV bis VII haben die rein technische Seite des Akkumulators zum Inhalt. Mit der Beschreibung und Angabe von Größe, Gewicht und Leistung ausgeführter Konstruktionen der „Accumulatoren-Fabrik-Aktiengesellschaft", sowie von Gottfried Hagen verknüpft der Verfasser die Besprechung der wesentlichen Konstruktionsteile, geht dann zur Verwendung von Akkumulatoren in Beleuchtungsanlagen und im Pufferbetrieb über, zeigt an praktischen Zahlenbeispielen die Berechnung der Größe einer Batterie für bestimmte Zwecke und bringt eine ausführliche Beschreibung der für den Akkumulatorenbetrieb notwendigen Hilfsmaschinen und Hilfsapparate. Zu erwähnen ist hier besonders die Erläuterung der Verwendungsweise der Pirani- und Lancashire-Zusatzmaschinen. Im letzten Absatz ist die Behandlung der Akkumulatoren und die Beseitigung von Betriebsstörungen erörtert.

Das Buch ist für Anlagenbesitzer ein sehr empfehlenswertes Hilfsmittel, für Studierende einschlägiger Fächer ein verläßlicher Ratgeber und nicht zuletzt auch für den Fachmann ein bequemes Nachschlagewerk.

Schließlich sei noch auf den tadellosen Druck von der Verlagsfirma Oskar Leiner in Leipzig, und auf die Wahl guten Papiers hingewiesen, so daß sich auch die Ausstattung des Buches in würdiger Form dem Inhalt anpaßt. *Ing. M. Rabl.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Sicherungen.

Schutzeinrichtungen gegen Überspannung.

(Fortsetzung von Heft 30, Seite 344.)

Von E. Uytborck in Brüssel rührt eine Sicherung gegen Spannungserhöhungen in elektrischen Anlagen her, die von elektrostatischen Wirkungen Gebrauch macht. Der Apparat besitzt eine Röhre a (Abb. 12) aus isolierendem Stoff, welche Öl enthält und an dem einen Ende mit zwei Klemmen *b* und *c*, an dem anderen Ende mit einer Klemme *d* versehen ist. An den Klemmen *b* und *c* sind die Enden eines schmelzbaren und biegsamen Leiters *e* befestigt, welcher U-förmig gebogen und im Innern der isolierenden Flüssigkeit aufgehängt ist. Der untere gekrümmte Teil dieses Leiters, der bei *f* durch eine Platte ausgefüllt ist, befindet sich zwischen zwei starren Metallplatten *g*, *h*. *g* ist mit *d* und *h* mit *c* verbunden. Im Falle der übermäßigen Erhöhung der Spannung zwischen *f* und *g* nähert sich der biegsame Leiter *e* unter

Digitized by Google

dem Einfluß der elektrostatischen Wirkungen der Platte *g* und kommt mit ihr zur Berührung. Die elektrostatische Wirkung besteht in einer Anziehung zwischen *e* und *g*, sowie in einer Abstoßung zwischen *e*, *f* und *h*. Mit Hilfe der Klemmen *b* und *c* schaltet man *e* in den Stromkreis des zu schützenden Apparates, wobei der Teil des Stromkreises, der gefährlich werden kann, an *b* angeschlossen wird. *g* wird mit Hilfe der Klemme *d* an Erde *l* gelegt. Wächst die Spannung des zu schützenden Stromkreises in unzulässiger Weise, dann kommt *e* mit *g* zur Berührung und stellt eine Verbindung des Stromkreises mit der Erde her. Der starke Strom, der alsdann durch *e* fließt, ruft die Schmelzung des letzteren und die automatische und augenblickliche Trennung des zu schützenden Stromkreises hinter *c* von der gefahrbringenden Energiequelle hervor. Das Öl in der Röhre *a* dämpft die Bewegung von *e* und löscht den Funken, der im Augenblick der Schmelzung des Leiters *e* entsteht.

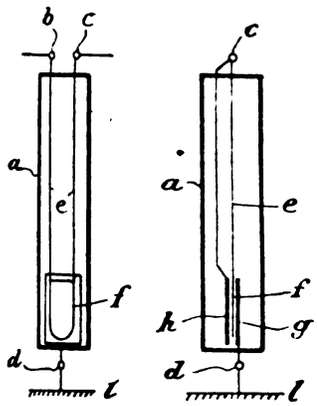


Abb. 12.

(D. R. P. Nr. 291 498.)

Der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin wurde eine Schutzvorrichtung gegen Überspannungen patentiert, bei der die Entladung sehr leicht übergeht, so lange die Klemmenspannung einen die normale Größe überschreitenden hohen Wert hat, während sie augenblicklich unterbrochen wird, wenn die Spannung wieder den normalen Wert erreicht. Die Entladung zwischen den Elektroden findet durch eine Masse hindurch statt, die ganz oder teilweise aus einem Material, wie Bleisuperoxyd, besteht, das ein guter Elektrizitätsleiter ist, aber sehr schnell in ein nichtleitendes Salz oder Stoff (niedrigeres Oxyd) umgewandelt wird, wenn es einer elektrischen Entladung unter bestimmten Umständen ausgesetzt ist. Das Bleisuperoxyd wird in Pulverform benutzt zwischen plattenförmigen Elektroden, wobei die Oberflächen der Elektroden mit einem dünnen, isolierenden Film bedeckt sind, so daß bei normaler Spannung keine Entladung eintritt, bei Überspannung aber jede einzelne Entladung auf einen sehr kleinen Teil der Masse des Bleisuperoxyds beschränkt ist und diesen Teil nichtleitend macht; dadurch greift jede folgende Entladung einen anderen Teil der Masse an und das geschieht solange, bis die Spannung an den Klemmen der Schutzvorrichtung auf den normalen Wert gesunken ist. (D. R. P. Nr. 302 684.)

Die Abb. 13 veranschaulicht eine Sicherheitsanordnung der Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., für Wechselstromnetze, bei der der gefährdete Leitungsteil, beispielsweise bei Leitungsbrüchen oder Isolatorenüberschlägen, abgeschaltet werden soll. *l* ist die Leitung, *s* der Schalter, *g* der Wechselstromgenerator, der mit einem Pol an Erde gelegt ist. Zwischen Leitung und Erde ist in Reihe mit einem Widerstand *r* die Stromschlußvorrichtung *k* für den Betätigungsstromkreis *t* sowie eine Gleichstrombatterie *b* geschaltet. Tritt nun in der Leitung *l* ein Erdschluß auf, so wird der Batteriestromkreis *b*, *k*, *r* über die Leitung *l* und den Erdschluß *E* geschlossen, das Relais *k* spricht an und löst über den Betätigungsstromkreis *t* den Schalter *s* aus. An den Klemmen des Relais *k* liegt eine Polarisationszelle *z*. Durch das Anschalten der Zelle wird folgendes erreicht: Bei kurzandauernden Gleichströmen bleibt das Relais vollkommen stromlos und der ganze Gleichstrom fließt durch die Zelle. Erst wenn bei länger andauerndem Gleichstrom die Zelle vollkommen polarisiert ist, also ihre volle Gegenspannung erzeugt, tritt die Stromschlußvorrichtung in Wirkung. Diese Polarisationszeit, die die Auslösezeit des Relais bestimmt, kann durch geeignete Wahl der Plattengröße der Zelle und der Zusammensetzung des Elektrolyten beliebig eingestellt werden. Hört der Stromstoß auf, so entlädt sich die Zelle allmählich über die Wicklung der Stromschlußvorrichtung, kehrt also in ihren Anfangszustand zurück. (D. R. P. Nr. 301 845.)

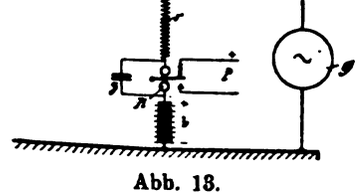


Abb. 13.

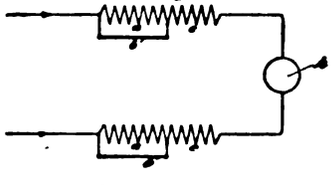


Abb. 14.

Eine Überspannungsschutzvorrichtung der Volta-Werke Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. in Kassel besteht in einer vor den zu schützenden Apparat geschalteten Drosselspule *d* (Abb. 14), deren Eingangswindungen *a* durch einen Ohmschen Widerstand *b* überbrückt sind. Vom Leitungsnetz kommende Wanderwellen gehen durch *b*, wobei ein Teil der in den Wanderwellen enthaltenen Energie in Wärme umgewandelt wird. Der übriggebliebene Teil trifft auf *c*, wird reflektiert und durchläuft wieder den Widerstand *b*, wobei wieder ein Teil der Wanderwellenenergie in Wärme umgewandelt wird. Der Widerstand *b* kann so bemessen werden, daß der größte Teil der Wanderwellenenergie in ihm vernichtet wird, so daß der übriggebliebene Teil für die Anlage nicht mehr gefährlich werden kann.

(D. P. R. Nr. 299 803.)

Von Dipl.-Ing. Otto Böhm in Darmstadt rührt ein Überspannungsschutz für Transformatoren her, der aus einer Drosselspule mit parallelgeschaltetem Widerstand besteht, wobei jedoch im Zweige des Widerstandes diesem eine Selbstinduktion vorgeschaltet ist. Durch diese Anordnung ist es möglich, alle Eigenschwingungen des Systems zu unterdrücken und gleichzeitig den gefährlichen Spannungsanstieg an den Transformatorklemmen gegenüber einer Widerstandsüberbrückung einer Schutzspule beträchtlich zu erniedrigen.

(D. R. P. Nr. 296 816.)

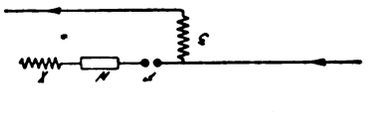


Abb. 15.

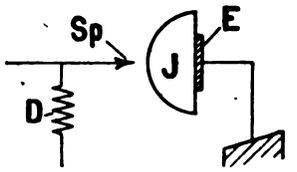


Abb. 16.

Bei einer Schutzvorrichtung der Dr. Paul Meyer A. G. in Berlin werden die Überspannungswellen in einen mit der betreffenden Leitung verbundenen, jedoch nicht in einer Verbindung zur Erde oder mit einer anderen Leitung stehenden Abzweig gedrängt, in welchem die Energie der Wanderwellen ganz oder zum größten Teil vernichtet wird. Die Netzströme gehen bei der Einrichtung nach Abb. 15 durch die Hauptdrosselspule *S*. Die Wanderwellen können nicht durch *S*, sondern gehen über die Funkenstrecke *F*, durch den Widerstand *W* zur Selbstinduktion *X*, an der sie reflektiert werden.

(D. R. P. Nr. 297 299.)

Gegenstand einer anderen Erfindung der genannten Firma bildet die Ausnutzung der stillen Entladungen nach Art der Elmsfeuer zum Schutze der Anlagen gegen Überspannungen. Gemäß Abb. 16 kommt der Betriebsstrom von links, wendet im scharfen Winkel nach unten und geht durch die Drosselspule *D* weiter. In der Fortsetzung der ursprünglichen Richtung befindet sich die Spitze *Sp*, welcher eine geerdete Elektrode *E* gegenübersteht. Zwischen beiden befindet sich ein Isolierkörper *I* aus Glas oder Porzellan. Bei normalen Betriebsverhältnissen wird die Beanspruchung der Luft an der Spitze nicht über die dielektrische Festigkeit hinaus gesteigert. Wenn dagegen Überspannungen auftreten, wird die Festigkeit der Luft an der Spitze selbst überwunden und es tritt dort die bekannte Glimmerscheinung auf, welche die Energie der Überspannungen in chemische Energie umwandelt, indem sie den Sauerstoff der Luft in Ozon überführt. In untergeordnetem Maße wird dabei auch Wärme erzeugt. Durch den Isolierkörper wird erreicht, daß es trotz der Überschreitung der dielektrischen Festigkeit der Luft an der Spitze nicht zum Überschlag kommt. (D. R. P. Nr. 291 324.)

Die erwähnte Firma verwendet auch zum Schutze gegen Wanderwellen Drosselspulen, die eine zusätzliche Magnetisierung besitzen. Zu diesem Zwecke kann ein Permanentmagnet verwendet oder auch Fremderregung benutzt werden. In der Drosselspule ist also ein Grundfeld vorhanden, zu dem sich das vom Nutzstrom erzeugte addiert, wobei das Nutzstromfeld im Vergleich zum Grundfeld in mäßigen Grenzen gehalten wird. Tritt eine Überspannungswelle auf, so würde diese die in der Drosselspule schwingende magnetische Energiemenge zu stören suchen. Da sich diese wie ein schwingendes, schweres Pendel verhält, leistet sie den störenden Einflüssen Widerstand und wirft die Überspannungswelle zurück. (D. R. P. Nr. 291 823.)

Um den auf kurze Entfernungen zusammengedrängten Spannungssprung von ankommenden Sprungwellen mit steiler Stirn unwirksam zu machen, wird nach einer Erfindung der vorhin genannten Firma parallel zu dem betreffenden Stück der Leitung ein Kondensator angeordnet, der keine weitere Verbindung besitzt.

(D. R. P. Nr. 292 123.)

Eine weitere Erfindung der Firma betrifft eine Überspannungsschutzvorrichtung mit zwei einseitigen Drosselvorrichtungen, deren Steilseiten einander zugekehrt sind. Eine von außen kommende Welle (Abb. 17) fällt in den Zwischenraum *c* zwischen den senkrechten Stirnen der beiden einseitigen Drosselspulen und pendelt in diesem Zwischenraum hin und her, da sie auf keiner Seite mehr über die senkrechten Wände hinaus kann; sie läuft sich tot. Bei der praktischen Ausführung sind zwei einseitige Drosselspulen *a* vorhanden, zwischen denen ein induktionsfreier Widerstand *W* zur Vernichtung der Wlleenenergie liegt. Die Drosselspule *H* dient zur Übertragung des Betriebsstromes.

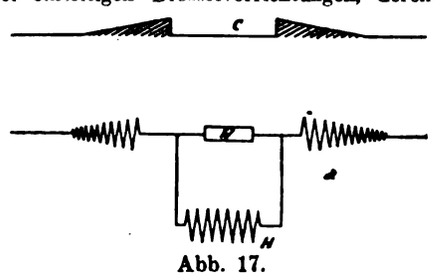


Abb. 17.

(D. R. P. Nr. 294 239.)

Die genannte Firma gibt auch eine Überspannungsschutzvorrichtung für hohe Spannungen mit Funkenstrecke und Erdableitung an. Der Hörnerblitzableiter $H_1 H_2$ (Abb. 18) ist mit dem Netz *N* verbunden. Der Teil H_1 des Blitzableiters besteht aus einem Rohr, ist also gut abgerundet, und ebenso ist die Isolatorkappe, an der H_1 befestigt ist, kugelförmig gestaltet. Das Horn H_2, die Leitung *L* und die Kappen K_1 und K_2 sind scharfkantig ausgebildet oder mit Spitzen versehen. H_2 besteht aus einem Band, dessen Flachseite H_1 zugewendet ist. Durch diese Anordnungen rufen die vor der Funkenstrecke liegenden Teile keine

Digitized by Google

Strahlung hervor, während die hinter der Funkenstrecke liegenden Teile eine starke Strahlung bewirken. Beim Ansprechen der Funkenstrecke tritt die Strahlung ein, wodurch nicht nur ein Teil der dem Überschlag folgenden Maschinenenergie in Strahlung verwandelt wird, sondern vor allem die oberhalb der Betriebsspannung liegenden Spannungsspitzen. (D. R. P. Nr. 296 540.)

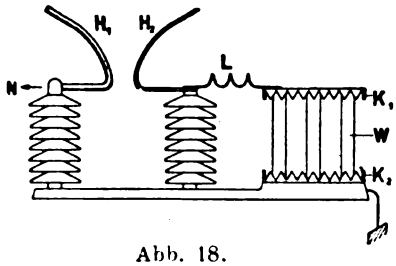


Abb. 18.

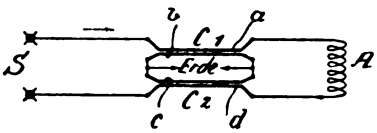


Abb. 19.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin verwendet als Überspannungsschutz Kondensatoren, deren beide Belegungen bandförmig sind und beide Selbstinduktion besitzen. Je eine Belegung *a* und *d* (Abb. 19) der beiden Kondensatoren führt den Nutzstrom, während die beiden anderen Belegungen *b* und *c* zusammengeschaltet und an Erde gelegt werden. Der Kondensator wirkt gleichzeitig als Drosselspule für eine zum Beispiel auf dem Band *a* ankommende Ladung, wodurch sich eine Vereinigung der Schutzwirkung von Kondensator und Drosselspule ergibt. Kommt gleichzeitig auf dem Band *d* eine Ladung gleichen Vorzeichens an, so können sich die Drosselwirkungen bei paralleler Anordnung der Kondensatorspulen noch gegenseitig unterstützen. (D. R. P. Nr. 290 636.)

Die Hochspannungs-Apparatebau-Gesellschaft m. b. H. in Dresden baut einen Überspannungsschutz für Bahnfahrzeuge gemäß Abb. 20. Das Horn H_1 des Hörnerableiters H_1 H_2 ist direkt auf dem Durchführungsisolator *I* aufgebaut; dieser sitzt auf dem Metalldach *D*, das die zuströmende statische Elektrizität sammelt, welche durch H_1 abzuströmen sucht, und zwar gegen das gegenüberstehende, über einen Widerstand *W* geerdete Horn H_2. Sehr starke Entladungen springen vom Rand der Kappe *D* direkt auf das geerdete Metalldach des Fahrzeuges, ohne den Isolator *I* zu beschädigen. Schnellschwingende Wellen werden durch die Funkdrossel aufgenommen

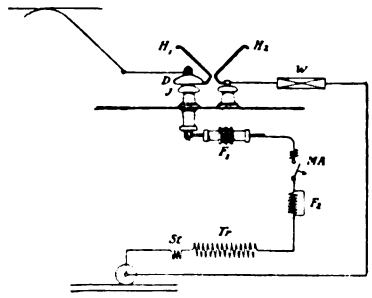


Abb. 20.

und vernichtet. Die Funkdrossel F_2 nimmt die vom Ölschalter *MA* kommenden steilstirnigen Schaltwellen auf. (D. R. P. Nr. 290 603.)

Ein Überspannungsschutz für Kabel mit unterteilten und parallel geschalteten Leitern rührt von den Siemens-Schuckert-Werken G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin her. Die Erfindung besteht darin, daß die Adern des Kabels an gewissen Stellen gekreuzt werden. Schnelle Schwingungen oder Wanderwellen verlaufen im wesentlichen auf dem äußeren Teil des Kabels, also auf den in der Abb. 21 mit *a* bezeichneten, peripher angeordneten Teilen. An der Kreuzungsstelle werden nun die Wellen in den inneren, zentral angeordneten Teil *i* des Kabels geleitet und gelangen von hier erst wieder auf den äußeren Teil *a*. Es ändern sich mithin die Leitungskonstanten sprungweise von einem kleinen auf einen großen Wert. Das hat zur

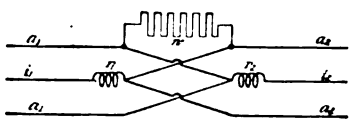


Abb. 21.

Folge, daß beim Eintreffen einer Wanderwelle nur ein Teil des Wellenstroms in die innere Ader *i* strömt, während ein anderer Teil auf den Außenleiter zurückgeworfen wird. Um die gefährliche Spannungserhöhung zu beseitigen, die durch das Zurückwerfen bedingt ist, wird ein energieverzehrender Widerstand *w* zwischen die Außenleiterteile geschaltet. In dem Widerstand *w* wird die Energie der anprallenden Wanderwellen verzehrt. r_1 und r_2 sind reflektierende Induktanzen. Durch diese wird der Unterschied der Wellenwiderstände zwischen den äußeren und inneren Leitern erheblich vergrößert, so daß ein noch größerer Teil der Wellenenergie im Schutzelement so vernichtet wird. (D. R. P. Nr. 288 373.)

Gegenstand einer Erfindung von H. Zipp in Köthen, Anh., bildet eine Überspannungsschutzeinrichtung mit einer Ableiteranordnung, durch welche sowohl eine weitgehende Herabsetzung der Spannung der Wanderwellen, als auch ein rechtzeitiges Ansprechen der Funkenstrecke im Ableiterstromkreis gewährleistet wird. b_1 bis b_5 (Abb. 22) sind Leiter mit künstlich erhöhtem Wellenwiderstand, etwa mit dem Werte $\sqrt{\frac{L}{C}} = 6000$, *d* sind Ableiterwiderstände mit 4000 Ω für jeden Ableiter, so daß die gezeichneten vier Ableiter einen Gesamtwiderstand von 1000 Ω besitzen. *e* bis e_4 und *E* sind die Spannungen der vordringenden Wanderwelle. Eine Rechnung ergibt für $E = 0{\cdot}19\,e$. Sämtliche Ableiter erhalten eine gemeinsame Funkenstrecke *F*. Um deren rechtzeitiges Ansprechen zu sichern, ist ein Leiter *A* mit möglichst großem Wert des Ausdrucks $\sqrt{LC}$ eingeschaltet, so daß die Geschwindigkeit der vordringenden Wanderwelle in ihm wesentlich verlangsamt wird. *B* ist ein hoher Ohmscher Widerstand. Die auf *A* aufprallende Wanderwelle entsendet nun einen kleinen Teilstrom über *B* nach *F*, und *F* spricht an, ehe die Wanderwelle auf den ersten Ableiterwiderstand *d* trifft. Dadurch sind alle Ableiterwiderstände *d* eingeschaltet, während die Wanderwelle den Leiter b_1 bis b_5 durchläuft. (D. R. P. Nr. 291 648.)

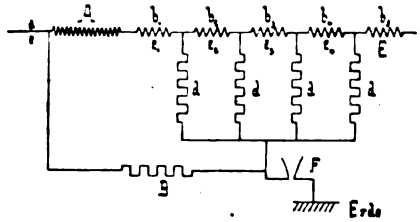


Abb. 22.

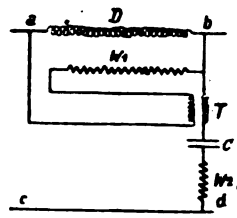


Abb. 23.

Von den Österreichischen Brown Boveri-Werken A. G. in Wien rührt die durch Abb. 23 veranschaulichte Schutzvorrichtung gegen steile Spannungswellen her. *a*, *b*, *c*, *d* sind die Außenleiter des Netzes. Die Drosselspule *D* liegt in Serie, die Kapazität *C* parallel zur Leitung. W_1 und W_2 sind Widerstände, die dazu dienen, die Energie der Welle zu verzehren, damit sie von der zu schützenden Maschine, welche zwischen *b* und *d* geschaltet zu denken ist, auch wirklich ferngehalten wird. Der die Drosselspule enthaltende Stromkreis ist mit dem die Kapazität enthaltenden durch einen Serientransformator induktiv verkettet. Wählt man das Übersetzungsverhältnis = 1, dann muß der ganze, den Widerstand W_1 durchfließende Strom der Wanderwelle auch durch den Kreis *b*, W_2, *d* fließen und seine Energie wird in den beiden Widerständen W_1 und W_2 restlos vernichtet. (Ö. P. Nr. 73 873.)

Schluß folgt.

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Das Wachsen der Maschinenleistung. Von Dr. techn. M. Vidmar: E. u. M. 1918, Heft 13, S. 149 (vergl. den Briefwechsel in Heft 18, S. 216).

Da ich der Überzeugung bin, daß die Leistungsgleichung $\gamma \times D^3 L n$ nur für die Gewinnung eines besseren Einblickes in die Maschine einen Sinn hat, aber für praktisches Rechnen (da die 4. Potenz in Wirklichkeit in die zirka 3·5. übergeht), die Leistungsgleichung $C \times D^2 L n$ am Platze ist, so würde es mich interessieren, zu erfahren, welche Form es war, in der Herr Dr. Vidmar laut seinem Brief (S. 216) das „Grundgesetz" anwenden sah.

Auch ich will betonen, daß es mir fern gelegen ist, der Arbeit von Herrn Dr. Vidmar Bedeutung abzusprechen, wenn auch dieselbe sowohl im Ziel als auch in den Ergebnissen mancherlei Gemeinsames mit meiner zitierten Abhandlung hat (vergl. daselbst unter II. und Abb. 6). — Die besprochene Frage ist von solcher Wichtigkeit, daß man es als Gewinn bezeichnen muß, wenn sie durch neue Beleuchtung akzentiert wird. Die vereinfachenden Voraussetzungen sind, so lange es sich nur um einen allgemeinen Einblick handelt, von keinem Nachteil, andererseits bleibt dann die Sache übersichtlich, auch wenn man das Problem in seiner ganzen Breite aufrollt. Will man jedoch tiefer eingreifen, so muß man die vereinfachenden Annahmen fallen lassen, wodurch selbstverständlich die Dimensionsgesetze ihre Einfachheit verlieren. Und dann scheint die graphische Vorführung, wie sich in „ideellen Typenreihen" die einzelnen Umstände mit den Abmessungen ändern, als am besten angebracht, da man dadurch ständig in der Nähe der wirklichen Ausführungen bleiben kann.

Zur Berichtigung möchte ich erwähnen, daß auf S. 149 im Satze „Es ist bekannt, daß die Leistungskonstante bei gleichbleibender Umdrehungszahl und bei wachsender Leistung abnimmt" wohl die Worte „Umdrehungszahl" und „Leistung" miteinander vertauscht wurden.

Brünn (böhm. Staatsgewerbeschule), 26. Mai 1918.

Dr.-Ing. Bohuslav Závada.

Erwiderung.

Das Leistungsgrundgesetz habe ich natürlich in der angegebenen Form, also mit der vierten Potenz praktisch angewendet. Ich finde das selbstverständlich. Eine kleinere Potenz ergibt sich nur dann, wenn man den richtigen Begriff einer Typenreihe fallen läßt. Es würde mich zu weit führen, wollte ich meine Behauptung eingehender begründen. Ich bemerke aber, daß ich dies in einer Arbeit unternommen habe, die in Buchform voraussichtlich im Herbst dieses Jahres bei Julius Springer in Berlin erscheinen wird. Sie trägt den Titel: „Der wirtschaftliche Aufbau der elektrischen Maschine".

Wien, 20. Juli 1918. *Dr. M. Vidmar.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
11. August 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 32.
36. Jahrgang.

INHALT:

Der elektrische Scheintod. Von Dr. Stefan Jellinek 357
Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft. 359
Rundschau. 362
Ing. Friedrich Ross 364

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Der elektrische Scheintod.

Von **Dr. Stefan Jellinek,** Privatdozent an der Wiener Universität.

Ob es je gelingen wird, das große Geheimnis des Todes durch Elektrizität restlos zu lösen, darf wohl als zweifelhaft bezeichnet werden. Arzt und Elektrotechniker sind in gleichem Maße interessiert an den ungemein verwickelten Verhältnissen, die sich ergeben, wenn die zwei großen Unbekannten, das Leben und die Elektrizität, aufeinanderstoßen: unter ganz denselben äußeren Bedingungen entsteht eine leichtere oder schwerere Betriebsstörung im menschlichen Organismus, während ein anderes Mal der menschliche Motor vollständig versagt; das Räderwerk bleibt in seiner Gesamtheit oder in seinen Hauptteilen stehen.

Wenngleich es der Forschung bisher nicht gelungen ist, die letzte Ursache zu entdecken, auf welche Art dieses Rad oder jener Hebel zum Stillstand oder das Kurbelgetriebe auf den Totpunkt gebracht wird, so ist es für den Praktiker doch tröstlich zu wissen, daß durch die bisherigen Arbeiten auf dem Gebiete der Elektropathologie wenigstens die kritischen Punkte herausgefunden wurden, welche die Zielscheibe der in den Körper einbrechenden Elektrizität darstellen!

Physikalische und physiologische Umstände sind die Erklärung, daß einmal das Gehirn, das andere Mal das Herz oder das Atmungszentrum den Hauptzielpunkt des elektrischen Stromes bilden. Schon daraus allein erhellt es, daß das Räderwerk der menschlichen Maschine bald von diesem, bald von jenem Punkte aus zum Stillstand gebracht werden kann.

In Wirklichkeit sind aber die Verhältnisse noch viel komplizierter, da es sich nicht um mechanische, sondern um biomechanische Verhältnisse handelt, welche sich gegenseitig, in fördernder und hemmender Weise, stark beeinflussen. Daß zum Beispiel durch den Kältereflex der Haut, Anspritzen der Haut mit kaltem Wasser, für einen Moment — reflektorisch — die Atmung zum Stillstand gebracht wird, ist auch in Laienkreisen bekannt.

Auf des Menschen komplizierte physiologische Vorgänge, deren Ökonomie nicht bloß einen nervösen, sondern auch einen chemischen Austauschverkehr unterhalten, wirkt die einbrechende Elektrizität auf zweierlei Weise:

1. durch unmittelbares Berühren der Zellen und Zellenkomplexe, der Gewebe und Gewebeflüssigkeiten, welche als Leiter zweiter Ordnung, je nach ihrer Konzentration und sonstigen biochemischen Beschaffenheit, dem Strome einen besseren oder schlechteren Weg bieten;

2. durch mittelbare Weise, indem sie, wie jeder andere Reiz, zum Beispiel mechanischer, kalorischer, chemischer oder anderer Provenienz, die Organfunktionen beeinflussen.

Die erstgenannten Wirkungen beruhen auf Leitung der Elektrizität, die anderen auf Leitung des Reizes. So wird der Stillstand oder die lebensbedrohliche Funktionsstörung des Herzens sowohl durch direkte Elektrisierung des Herzmuskels als auch durch Reizung der Herznerven zustande kommen. Ähnlich verhält es sich mit der Wirkung, welche durch den elektrischen Schlag auf Atmungszentrum und Zentralnervensystem ausgeübt wird.

Schon in meiner im Jahre 1903 erschienenen „Elektropathologie" habe ich auf diese Doppelwirkung der Elektrizität, auf die sogenannte dynamogene und psychogene Komponente, hingewiesen und betont, daß der Tod durch Elektrizität als die Resultierende dieser beiden Komponenten angesehen werden darf, daß aber der Tod auch durch jede Komponente allein hervorgerufen werden kann.

Die erste Form des Todes oder besser gesagt der Manifestationen des herannahenden Todes, beruht darin, daß einmal lebensgefährliche Störungen der Herztätigkeit im Vordergrunde stehen, das andere Mal ist ein Versagen der Atmungsfunktionen, das dritte Mal der Verlust des Bewußtseins, vereint mit anderen Ausfallerscheinungen, welche das katastrophale Bild beherrschen.

Die zweite Form des Todes oder der Manifestationen des herannahenden Todes zeigt eine schon mehr einheitliche Type, indem da sämtliche lebenswichtige Funktionen, wie Herzaktion, Bewußtsein und Atmung, wie auf Vereinbarung, ganz plötzlich und gemeinsam verschwinden; es ist die Form des sogenannten Schocktodes.

Die Störungen der Herztätigkeit beruhen bald in einem Schwächerwerden oder vollkommenen Versagen der Rythmik, oder im plötzlichen Auftreten von vollkommen unregelmäßiger Tätigkeit, in Wühlen und Wogen bezw. in Herzflimmern; letzteres ist nach Versuchen an Hundeherzen als besonders gefährlich zu bezeichnen, doch ist es gelungen, in Laboratoriumsversuchen ein in Flimmerzustand geratenes Hunde- und Affenherz wieder zu normaler Schlagfolge (Rythmik) zu bringen. Diese Feststellung ist vom Standpunkte der Wiederbelebung verunglückter Menschen von Interesse. Im Jahre 1906 habe ich in den „Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften" über Versuche an Kaninchen und Hunden berichtet, bei denen es mir gelang, das stillstehende Herz durch neuerliche Starkstromeinwirkung wieder zum Schlagen zu bringen. Zur Einwirkung kam derselbe Strom (in derselben Elektrodenlagerung), durch den der Tod des Tieres und der Stillstand des Herzens herbeigeführt worden war.

Wenngleich es im Wesen und in der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Elektrizität gelegen ist, daß sämtliche Organe des menschlichen bezw. tierischen Körpers von Strom gleichzeitig durchflossen werden, so darf trotzdem in Fällen, in denen das Versagen der Herztätigkeit das Hauptsymptom darstellt, vom primären Herztod gesprochen werden.

Digitized by Google

Bei Unglücksfällen kommt der herbeigeholte Arzt gewöhnlich zu spät, um über das obgenannte Verhalten der Herztätigkeit Anhaltspunkte gewinnen zu können. Doch ist für den Praktiker und insbesondere für die Frage der Wiederbelebung die Feststellung von Wichtigkeit, daß auch bei solchen Opfern, die ohne Herzschlag und ohne fühlbaren Puls dalagen, oft noch nach 1 bis 2 Stunden die Rettung trotzdem gelang. Jeder erfahrene Arzt weiß, daß man bei Schwerkranken lange vor dem Absterben und auch bei Schwerverletzten und Bewußtlosen weder einen Herzschlag zu hören, noch einen Pulsschlag zu fühlen vermag, trotzdem das Leben vorhanden ist und das Herz, allerdings sehr schwach, weiterschlägt! Sehr interessant ist in dieser Beziehung die historische Reminiszenz, daß die Ärzte um Hippokrates den Scheintod mit dem Worte „Asphyxie", das heißt „ohne Puls", bezeichneten.

Viel genauer studiert sind die Störungen des Atmungszentrums und die Erscheinungen des Zentralnervensystems, welche in manchen Fällen bei regelmäßig fortgehender Herzaktion das Unfallsbild beherrschen: Herzschlag und Puls ist zu fühlen, das Bewußtsein erloschen, die Atmung von pathologischem Typus oder vollkommen fehlend. In letzterem Falle sprechen wir vom elektrischen Tod durch primäre Atmungslähmung.

Auch schwere Störung des Bewußtseins mit vollkommener Reaktionslosigkeit, auch auf die stärksten äußeren Reize hin, bietet sich als gefahrdrohendstes Symptom dar: elektrischer Tod durch primäre Lähmung des Zentralnervensystems.

Eine der häufigsten Formen des elektrischen Absterbens ist die blitzartige, indem Trauma und Tod in eine und dieselbe Zeitphase fallen. Die Opfer tragen die Zeichen des Schocktodes, wie er auch aus anderen oft sehr geringfügigen Ursachen ganz plötzlich eintritt. Es bekommt zum Beispiel jemand einen Stoß in die Magengrube und bricht tot zusammen, oder es stürzt jemand plötzlich tot zusammen beim ärztlichen Einführen einer Magensonde und anderes mehr. In diese Kategorie gehören auch jene Unglücksfälle, die sich in den letzten zwei Jahren durch die ärztliche Behandlung mit sogenannter sinusoidaler Faradisation — eigentlich einfachem Wechselstrom — ereignet haben. Es sind bisher zwölf Fälle bekannt geworden, welche Soldaten betreffen, die wegen ihrer Zitterbewegungen elektrisch behandelt wurden und während einer solchen Behandlung, manche gleich zu allererstem Beginne, eines plötzlichen Todes verstorben sind. Noch ein weiterer Fall ereignete sich durch Anwendung von unterbrochenem Gleichstrom. Die Obduktion dieser Leichen ergab ausnahmslos einen pathologischen Befund, das heißt es wurde eine pathologische Leibesbeschaffenheit festgestellt, durch welche ein solcher Mensch zu plötzlichem Tode disponiert ist. Die Elektrizität spielte in diesen Fällen nur die Rolle einer Gelegenheitsursache; derlei Menschen sterben auch durch schwächere Reize, als es die Elektrizität ist, zum Beispiel durch Schlag, durch Wasser, ja sogar durch Schreck, eines plötzlichen Todes.

Wenngleich diese Todesfälle durch Sinusstrom nicht als echte elektrische Unfälle zu qualifizieren sind und sicher viele Hunderttausende Soldaten in den vier Kriegsjahren mit Sinusstrom (aus Anschlußapparaten) behandelt wurden, ohne die geringste Gesundheitsschädigung zu erleiden, so ist es dennoch notwendig, die elektrischen Anschlußapparate einer Verbesserung und Abänderung zu unterwerfen, weil die Spannung des applizierten Stromes (je nach Apparat zwischen 50 bis 100 V schwankend) eine solche ist, daß sie unbedingt als gefährlich bezeichnet werden muß. Schon anläßlich des 14. internationalen Kongresses für Hygiene und Demographie in Berlin 1907 habe ich darauf hingewiesen, daß Spannungen schon von 50 V und darunter als gefährlich bezeichnet werden müssen.

Trotzdem können die durch Sinusstrom Verunglückten nicht ohne weiteres der Elektrotechnik zur Last gelegt werden, wenn auch die Spannung bei manchen Apparaten 100 V und noch mehr betrug.

Die Obduktionen vieler Unglücksopfer aus der elektrischen Starkstrompraxis, welche im Gerichtlich-medizinischen Institut der Wiener Universität (Vorstand Prof. Dr. Haberda) ausgeführt wurden, haben ergeben, daß manchmal derselbe pathologische Befund wie bei den durch Sinusstrom Verunglückten vorhanden war, daß aber bei anderen wieder sichere Zeichen eines allmählichen Absterbens — und nicht eines plötzlichen Todes — nachweisbar waren, daß die Opfer, die für tot gehalten wurden, zu retten gewesen wären, wenn nur die Wiederbelebungsversuche frühzeitig genug und auch nach den Regeln der Kunst ausgeführt worden wären! Durch diese Obduktionen wurde weiters festgestellt, daß derlei Unglücksopfer nicht durch Elektrizität, sondern an nachfolgenden Komplikationen, zum Beispiel Sturz, Ertrinken usw. oder auch durch unsachgemäße Hilfeleistung zugrunde gegangen sind.

Von diesen Erhebungen abgesehen ist der Obduktionsbefund elektrisch Verstorbener im großen und ganzen negativ. Nur bei der histologischen Untersuchung von Gehirn und Rückenmark fand ich mikroskopische Veränderungen der großen Gehirn- und Rückenmarkszellen und der allerfeinsten Gefäßverzweigungen, jedoch nicht in einem solchen Ausmaße, daß damit Lebensvernichtung verknüpft wäre.

Der Eindruck vollkommen funktionstüchtiger und belebungsfähiger Organe, welchen die Obduktion vermittelt, wird durch die klinischen Erfahrungen der Unfallspraxis und durch die Erfolge von Wiederbelebungen verstärkt; es handelt sich in den allermeisten Fällen von Tod durch Elektrizität nur um ein plötzliches Versagen dieser oder jener lebenswichtigen Funktion, die wechselwirkend auch andere lebenswichtige Funktionen ausschaltet und damit die menschliche Maschine zum vollkommenen Stillstand bringt. Es ist ein Zustand von Scheintod. Dieser Zustand, für den sich in der englischen Sprache die bildlich richtigste Bezeichnung „suspended animation" findet, vermag vom Organismus eine Zeitlang ertragen zu werden: steht während dieses Zeitmaximums die Atmung und der Blutkreislauf stille und wird mithin den Zellen lebenswichtiger Zentren (Gehirn und Rückenmark) kein Sauerstoff zugeführt, dann ist die Fortdauer des Lebens, welches vom Standpunkt des Chemikers als rasche Oxydation betrachtet wird, seiner Bedingung beraubt und der Scheintod verwandelt sich in wirklichen Tod. Die kritische Frist ist beiläufig mit 10 bis 15 Minuten zu beziffern.

In der Feststellung dieser aus den Erfahrungen der Unfallspraxis — nur diese und nicht der Tierversuch können für unsere verantwortungsvolle Aufgabe maßgebend sein — gewonnenen Tatsachen liegt die Gewähr und die Bedeutung der künstlichen Atmung für die Aufgaben der Wiederbelebung.

Die künstliche Atmung erfüllt eine doppelte Aufgabe: sie ventiliert nicht bloß die Lungen, sondern sie übt auch einen mächtigen Reiz auf das Herz und den Blutkreislauf aus; sie ist das stärkste und einzig und allein Erfolg ver-

Digitized by Google

sprechende Rettungsmittel, über das wir zurzeit verfügen. Ihre Bedeutung wächst noch dadurch an, daß jeder Laienhelfer immer und überall imstande ist, sie augenblicklich anzuwenden. Im Vergleich zur künstlichen Atmung sind andere Rettungsmittel, welche der Arzt in Anwendung ziehen wird, wie zum Beispiel Veneneröffnung, Punktion des Rückenmarkskanals, Injektionen usw., von untergeordneter Bedeutung. Mit der richtig ausgeführten künstlichen Atmung steht und fällt das Rettungswerk. Wichtig ist dabei, daß die künstliche Atmung nicht nur kunstgerecht*) und entsprechend lange (stundenlang!), sondern auch frühzeitig genug begonnen wird. Gerade in den ersten, ungenutzt verstreichenden Minuten, während welcher die Unfallszeugen in bester Absicht zum Telephon laufen, die Umgebung alarmieren, einen Arzt holen und ähnliches mehr, liegt die Verfallsfrist an den Tod! Eine erst nachträglich begonnene künstliche Atmung, mag sie auch kunstgerecht und genügend lange ausgeführt worden sein, wird immer ohne Erfolg bleiben und nebstdem noch den Glauben an ihren Wert bei kritiklosen Menschen erschüttern.

Aber noch aus einem zweiten Grunde können die Wiederbelebungsversuche ohne Erfolg bleiben und der Wert der künstlichen Atmung in ein falsches Licht gestellt werden, dadurch nämlich, daß die künstliche Atmung nicht sachgemäß oder auch zu kräftig angewendet wird. Man braucht nicht erst an einen Unfallsort zu eilen, um zu sehen, was Laienhelfer als künstliche Atmung produzieren; schon in Samariterkursen vermag man sich zu überzeugen, wie wenig zweckentsprechend Hand angelegt wird. Aus meiner eigenen Praxis möchte ich auf einen Fall hinweisen, bei dem die künstliche Atmung so „gründlich" gemacht wurde, daß der flüssige Mageninhalt herausgepumpt und in die feinsten Bronchialverzweigungen hineingetrieben wurde: der Mann ist also an seinem Mageninhalt ertrunken! Auch durch allzukräftige, zu schnell aufeinanderfolgende Atmungen kann sogenannte Hyperpnoe erzeugt und Tod durch Schock verursacht werden. Genaue Erhebungen nach dieser Richtung wären sehr wünschenswert, ebenso die Feststellung, ob die Retter je vorher einmal künstliche Atmung geübt haben.

Es ist im Interesse der armen Opfer aber auch der Elektrotechnik gelegen, daß die verantwortlichen Stellen dafür Sorge tragen, daß in erster Linie die Elektroarbeiter über den elektrischen Scheintod, über die große Bedeutung der künstlichen Atmung, die Zeit und die Art ihrer Anwendung richtig informiert werden: doch sollen sie nicht bloß dies wissen, sondern die Atmung auch können!

Vorbildlich ist die Einrichtung der Städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien, welche für die Angehörigen ihrer Werke in periodischen Zeitläuften elektrohygienische Kurse mit Lichtbildern und praktischen Übungen abhalten läßt.

Tritt dazu noch eine verständige Aufklärung der heranwachsenden Schuljugend, dann wird sich eine neue elektrohygienische Maßnahme zu den vielen alten hinzugesellen, durch welche sich das Wesen und die Geschichte der Elektrotechnik seit jeher ausgezeichnet haben.

*) Leider wird die künstliche Atmung nicht bloß in Samariterkursen unsachgemäß gelehrt, sondern es werden ebenso häufig in Schriften Atmungs-Methoden wörtlich und bildlich vermittelt, die nicht nur als nutzlos, sondern sogar als schädlich bezeichnet werden müssen!

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft.

(Schluß von Heft 21, Seite 246.)

Hierauf hielt Herr **Gerhardt** einen Vortrag: „Beitrag zur kurvenmäßigen Darstellung der Lichtverteilung."

„Die kurvenmäßige Darstellung eines Vorganges, dessen Einzelwerte durch Messung oder auf andere Weise gewonnen wurden, hat den Zweck, ein anschauliches Bild zu schaffen, aus dem alle wesentlichen Eigenschaften des dargestellten Vorganges erkannt werden können. Ich erinnere an das Dampfdruckdiagramm, dessen Kurvenpunkte den Dampfdruck in den einzelnen Phasen des Arbeitsvorganges angeben, und dessen Flächengröße die Arbeitsverteilung zum Ausdruck bringt. Bei Diagrammen im rechtwinkligen Koordinatensystem hat man es ohne weiteres in der Hand, durch Wahl der Größe der Abszisse und durch entsprechende Einteilung derselben die zugehörigen Ordinaten so aufzutragen, daß von den erhaltenen Kurvenlinien Flächen umschlossen werden, aus deren Größe und Einzelteilen man vergleichende Schlüsse ziehen kann. Anders bei der gebräuchlichen Darstellung der Lichtverteilung als Polarkurve. Hier werden ohne Rücksicht auf den räumlichen Wert durch das Eintragen der gemessenen Lichtstärken unter den entsprechenden Stranlungswinkeln in einer Ebene nur diese Einzelwerte und ihre Lage im Raum einwandfrei zur Erkenntnis gebracht. Die durch die Kurvenlinie eingeschlossene Fläche entspricht jedoch keineswegs dem Lichtstrom, so daß man aus dem Polardiagramm gerade die wissenswerteste Eigenschaft, die „Wertigkeit" der Lampe, ohne Rechnung nicht erkennen kann.

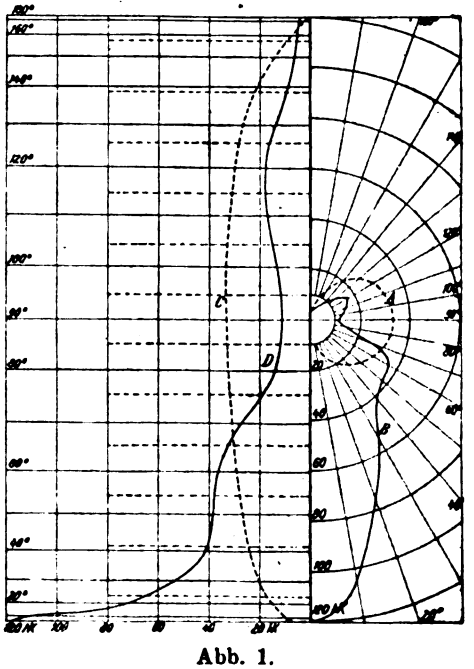


Abb. 1.

Besonders augenfällig tritt eine Verzerrung und Vergrößerung der Kurvenflächen ein, sobald die zu vergleichenden Lichtquellen verschiedene Lichtstärken in axialer Richtung aufweisen. Als Beispiel diene die Lichtverteilungskurve einer nackten Metalldrahtlampe (Abb. 1, Kurve *A*) und der gleichen Lampe mit einem Reflektor (Kurve *B*). Die Kurvenfläche der Lampe mit Reflektor erscheint um vielfaches vergrößert, so daß weder der tatsächliche sphärische Lichtwert, noch der mit der Reflektion verbundene Lichtverlust aus dem Kurvenbild zu erkennen ist. Soll das Kurvenbild als solches über die Wertigkeit der Lichtquelle auch ohne rechnerische Überlegung Aufschluß erteilen, so muß man den „Lichtstrom" als Flächenkurve darstellen. Hiefür spricht auch die Bestrebung, für die Kennzeichnung von Lichtquellen statt der Kerzenstärke neuerdings den Lichtstrom zu wählen. Eine Flächenkurve des Lichtstromes wird, soweit mir bekannt, nur durch das Rousseau-Liebenthalsche Verfahren unter Verwendung eines rechtwinkligen Koordinatensystems erhalten. Zur allgemeinen Einführung dürfte dies Verfahren jedoch nicht geeignet sein, da die entstehenden Kurvenbilder (Abb. 1, *C* und *D*) zu sehr von den üblichen Polarkurven abweichen und daher ungewohnt erscheinen.

Im nachstehenden soll ein Verfahren entwickelt werden welches unter Beibehaltung des Polarsystems „Lichtstromkurven", ergibt, aus deren Flächengröße selbst der Nichtfachmann die tatsächlichen Werte der gemessenen Lichtquelle ohne jede Rechnung ablesen kann, und welches dem Beleuchtungsfachmann die Aus-

Digitized by Google

führung der in der Praxis vorkommenden Berechnungen wesentlich erleichtert.

Der von einer Lichtquelle ausgehende Lichtstrom Φ_0 ist das Produkt aus der mittleren sphärischen Lichtstärke J_0 und der Oberfläche O der Einheitskugel (mit dem Halbmesser 1):

$$\Phi_0 = J_0 \,.\, O = 4\,\pi \,.\, J_0.$$

Die Polarkurve einer gleichmäßig mit J_0 leuchtenden Lichtquelle ist ein Kreis mit dem Radius R (Abb. 2). Damit die entstehende Kreisfläche F_0 dem Lichtstrom Φ_0 entspricht, muß

$$R^2\,\pi = 4\,\pi\,J_0,$$

demnach

$$R = 2\sqrt{J_0} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

werden, das heißt, es muß als Maßstab für R der doppelte Wurzelwert der Lichtstärke zur Verwendung gelangen (Abb. 2).

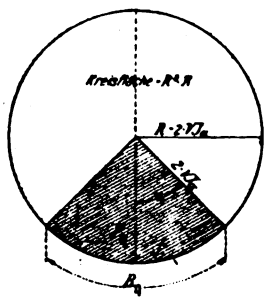


Abb. 2.

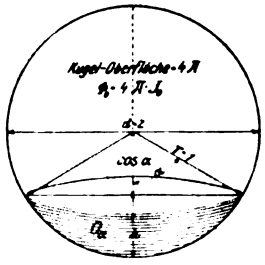


Abb. 3.

Der in den räumlichen Winkel $2\,\alpha$ — in den kegelförmigen Raum vom Öffnungswinkel $2\,\alpha$ — (Abb. 3) ausgestrahlte Lichtstrom Φ_α ist das Produkt der in diesem Raume gemessenen mittleren Lichtstärke J_α und der durch den Winkel $2\,\alpha$ gebildeten Oberfläche der Kalotte der Einheitskugel

$$\Phi_\alpha = J_\alpha \,.\, O_\alpha = J_\alpha \,.\, 2\,\pi\,(1 - \cos\alpha) \quad \ldots\ldots \quad 2).$$

Die Fläche F_η eines durch den Winkel $2\,\eta$ gebildeten Kreisausschnittes (Abb. 2) ist das Produkt aus dem Kreisbogen B_η und dem halben Radius R:

$$F_\eta = B_\eta \,.\, \frac{R}{2} = \pi \,.\, \frac{\eta}{90} \,.\, \frac{R^2}{2}$$

Soll der Wert des Lichtstromes Φ_α durch die Fläche F_η eines Kreisausschnittes dargestellt werden, so muß sein

$$\pi \,.\, \frac{\eta}{90} \,.\, \frac{R^2}{2} = J_\alpha \,.\, 2\,\pi\,(1 - \cos\alpha).$$

Dieser Gleichung wird genügt durch:

$$\frac{R^2}{2} = 2\,J_\alpha; \quad \frac{\eta}{90} = 1 - \cos\alpha,$$

so daß

$$R = 2\sqrt{J_\alpha};\ \eta = 90\,(1 - \cos\alpha) \quad \ldots\ldots \quad 3).$$

Wenn man den doppelten Wert der Wurzel aus der Lichtstärke unter dem Ausstrahlungswinkel α als Funktion des Winkels $\eta = 90\,(1 - \cos\alpha)$ in Polarkoordinaten aufträgt, so erhält man also eine Kurve, deren Inhalt den Lichtstrom Φ_0 darstellt.

Es ist jedoch ohne Einfluß auf die äußere Gestaltung der Lichtstromkurve, wenn statt des doppelten — nur der einfache — Wurzelwert als Maßstab für die Lichtstärke, also $R = \sqrt{J_\alpha}$, benutzt wird; doch ergibt dann die Kurvenfläche nur ein Viertel des Lichtstromes:

$$F_0 = \frac{\Phi_0}{4} = \pi \,.\, J_0 \quad 4).$$

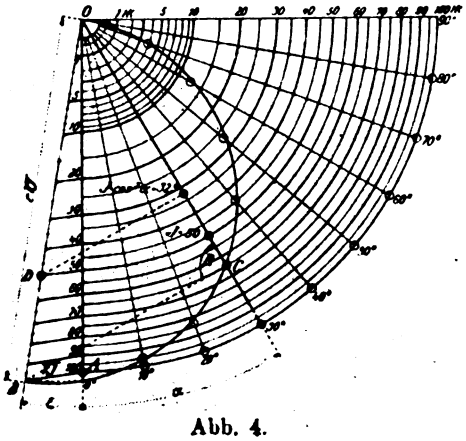


Abb. 4.

Durch Berechnung von η für α von 0 bis 180° und durch Eintragen dieser Werte in einer Kreisfläche (Abb. 4) entsteht ein Polarsystem, dessen Winkelteilung den nunmehr in einer Fläche dargestellten Raumwinkeln entspricht, zum Beispiel wird für einen Raumwinkel $\alpha = 30°$: $\eta = 12°\,3'\,26''$.

Zur Bezeichnung der Winkelteilung werden die Werte der zugehörigen Raumwinkel gewählt, so daß man trotz der Verschiebung der Winkelteilung nach der Vertikalachse zu, den — in bezug auf seine räumliche Lage — richtigen Winkelwert jedes Strahles ablesen kann.

Abb. 4 zeigt ferner die Teilung des Polarsystems in Parallelkreise nach dem Wurzelmaßstab: 1 HK $= \sqrt{1}$ cm, mit Bezeichnung der dem Wurzelwert entsprechenden Lichtstärken. Hiedurch wird ein leichtes Eintragen und Ablesen der Lichtstärken ohne Umrechnung ermöglicht. Der Grundmaßstab, der in Abb. 4 durch $\sqrt{1}$ cm = 1 HK dargestellt wird, kann natürlich bei der Bezeichnung der Wurzelwerte mit Kerzen jeden beliebigen Wert unter Wahrung der Proportion annehmen. Einige solche Werte (20 bezw. 0·1 und 10 HK entsprechend $\sqrt{1}$ cm) sind beispielsweise in Abb. 4 links eingetragen.

Die Bestimmung des Flächeninhaltes F eines in diesem Polarsystem entstehenden Kurvenbildes kann mittels Planimeters erfolgen; es ist alsdann

der Lichtstrom:

$$\Phi = 4\,F;$$

die mittlere sphärische Lichtstärke:

$$J_0 = \frac{F_0}{\pi};$$

die mittlere hemisphärische Lichtstärke:

$$J_\cup = \frac{2\,F_\cup}{\pi}; \quad J_\cap = \frac{2\,F_\cap}{\pi}.$$

Um die Kurvenfläche auch ohne Planimeter zu ermitteln, kann das Polarsystem ein zweites rechtwinkeliges Koordinatennetz, ähnlich wie das Lichtstrompapier von Wohlauer erhalten.

Im allgemeinen wird man sich begnügen, nur eine Symmetriehälfte der Lichtverteilung als Kurve (Abb. 5) aufzutragen. Zur Auswertung dieser Kurve zieht man in gewissen gleichen Abständen von der als vertikal angenommenen Symmetrieachse $A\,B$ bis zur Kurve Horizontallinien $h_1\,h_2 \ldots h_n$. Alsdann ist der Flächeninhalt dieser Hälfte gleich dem Produkt aus der Grundlinie $A\,B$ und der mittleren Höhe der Kurve $\frac{\Sigma\,h}{n}$, demnach der Flächeninhalt der ganzen Kurve

$$F_0 = 2\,A\,B \cdot \frac{\overset{\eta\,=\,180°}{\Sigma\,h}}{n}.$$

Von $\eta = 0°$ bis $\eta = 180°$ muß hier deshalb summiert werden, da sich die Fläche F_0 ja zwischen diesen beiden Winkeln η ausdehnt.

Zieht man die Ordinaten h im Abstand von 0·5 cm, so gilt als Näherungswert für die Abszisse

$$A\,B = n \,.\, 0{\cdot}5\ \text{cm} = \frac{n}{2};$$

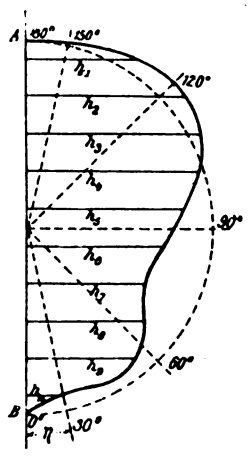


Abb. 5.

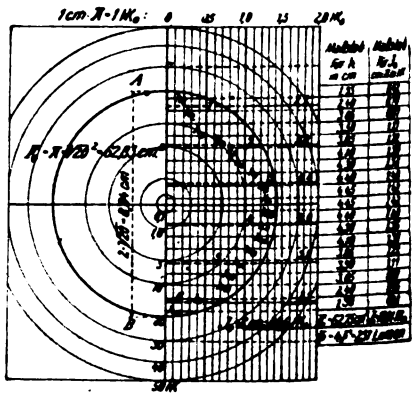


Abb. 6.

es wird daher

$$F_0 = 2\,\frac{n}{2} \cdot \frac{\overset{180°}{\Sigma\,h}}{n} = \overset{180°}{\Sigma\,h} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5).$$

Betrachtet man beispielsweise die Fläche F_0, welche von einem Kreis mit dem Halbmesser $R_0 = \sqrt{20}$ umschlossen wird (Abb. 6), so ist in aller Strenge $F = \pi\sqrt{20} = 62{\cdot}83\ \text{cm}^2$.

Wie aus der dieser Abbildung angefügten Tabelle hervorgeht, ergibt die Addition der in cm gemessenen Werte h_1 bis h_{18}:

$F_0 = 62{\cdot}75\ \text{cm}^2$ gegenüber $62{\cdot}83\ \text{cm}^2$.

Digitized by Google

Der dieser Kreisfläche entsprechende Lichtstrom ist demnach

$$\Phi_O = 4\,F_O = 251 \text{ Lumen.}$$

Die mittlere sphärische Lichtstärke J_O würde durch Division des Flächenwertes F_O durch π erhalten werden.

Zur Vermeidung dieser Rechnung dienen die parallel zu $A\,B$ gezogenen Vertikallinien (0·1...0·5...1·0...1·5...2·0 HK) des rechtwinkligen Koordinatennetzes, welche die Horizontallinien im Maßstab 1 cm . π = 1 HK teilen. Die Ordinaten h können nunmehr zur Bestimmung der sphärischen Lichtstärke direkt nach sphärischen Kerzen gemessen und addiert werden.

Die Addition der Werte h_1 bis h_{18}, nach dem sphärischen Kerzenmaßstab (1 cm . π = 1 HK) gemessen, ergibt: $J_O = 19{\cdot}91$ HK$_O$, gegenüber dem genauen Wert 20 HK$_O$.

Ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung der sphärischen Lichtstärke aus der Polarkurve wird erzielt, wenn die Horizontallinien nicht im Abstand von 0·5 cm, sondern 0·5 cm . π voneinander gezogen werden. Es ist alsdann annäherungsweise

$$A\,B = \frac{n}{2} \,.\, \pi.$$

Durch Addition der auf diesen Linien in cm gemessenen Werte erhält man direkt die sphärischen Kerzen:

$$\frac{F_O}{\pi} = \sum_{o}^{180^\circ} h = J_O \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6).$$

In Abb. 6 sind die entsprechenden Horizontallinien punktiert gezeichnet, die Vertikallinien kommen hiebei nicht in Betracht, da die genannten Horizontallinien in cm gemessen werden.

Ferner ist

$$\Phi_O = 4\,\pi \sum_{o}^{180^\circ} h;\quad J_\smile = 2 \sum_{o}^{90^\circ} h;\quad J_\frown = 2 \sum_{90^\circ}^{180^\circ} h.$$

Die Addition der Werte 1 bis 6 ergibt in dem vorher angeführten Beispiel

$$J_O = 20{\cdot}6 \text{ HK}_O \text{ statt } 20 \text{ HK}_O.$$

Die geringere Anzahl der Additionswerte bietet den Vorteil der schnelleren Berechnung, jedoch sinkt hiedurch die Genauigkeit des Verfahrens auf 97 bis 98%.

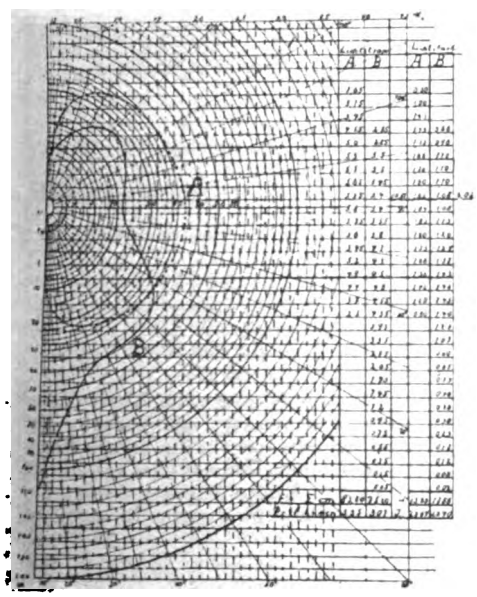


Abb. 7.

Die Anwendung des Verfahrens auf das eingangs erwähnte Beispiel zeigt Abb. 7. Es ist hier das Polarkoordinatensystem mit dem rechtwinkligen Koordinatennetz vereinigt. Die Parallelkreise sind mit Kerzen, die Flächenwinkel mit den Graden der entsprechenden Raumwinkel bezeichnet, so daß das Einzeichnen der Lichtverteilung in gewohnter Weise wie beim gewöhnlichen Polarsystem vorgenommen wurde. Die entstehenden Polardiagramme entsprechen in ihrem Flächeninhalt den Lichtströmen und lassen die Wertigkeit der Lichtquellen direkt aus den Kurvenflächen erkennen.

Ein Vergleich der Kurvenfläche A der nackten Lampe mit der Kurvenfläche B derselben Lampe mit Reflektor zeigt, daß der Reflektor etwa die Hälfte des oberen Lichtstromes durchläßt; es ist ein Glasreflektor. Die andere Hälfte des oberen Lichtstromes wird nach unten reflektiert und hiedurch die Lichtstärke in axialer Richtung ungefähr verzwölffacht, ohne daß der untere Lichtstrom hierbei um mehr als die Hälfte zunimmt. Dagegen sind die Lichtverluste durch Reflektion und Absorption nur gering, da man sieht, daß der Flächeninhalt der Polarkurve A nur wenig größer ist als der der Kurve B.

Die genaue Berechnung der Lichtströme durch Addition der von den Kurvenlinien eingeschlossenen Horizontalwerte des rechtwinkligen Koordinatennetzes bestätigt die auch ohne Rechnung erkannten Eigenschaften des Reflektors.

Durch Addition der in cm gemessenen Horizontalwerte erhält man den Inhalt der Kurvenfläche in cm^2, durch Multiplikation dieser Werte mit 4 die Lichtströme:

$$\Phi_O = 4 \times 83{\cdot}8 = 335 \text{ Lumen für Kurve } A,$$
$$\Phi_O = 4 \times 75{\cdot}2 = 301 \text{ „ „ „ } B.$$

Die Addition der gleichen Werte, nach dem sphärischen Kerzenmaßstab der Vertikaleinteilung (1 cm . π = 1 HK in Abb. 6) gemessen, ergibt direkt die mittleren sphärischen Kerzen:

Kurve A: $J_O = 26{\cdot}64$ HK$_O$,
„ B: $J_O = 23{\cdot}90$ HK$_O$.

Die obere und untere hemisphärische Lichtstärke wird durch Addieren und Verdoppeln der über bezw. unter der 90°-Linie liegenden Horizontalwerte erhalten.

Kurve A: $J_\frown = 2 \times 12{\cdot}81 = 25{\cdot}62$ HK$_O$;
$J_\smile = 2 \times 13{\cdot}83 = 27{\cdot}66$ HK$_O$,
Kurve B: $J_\frown = 2 \times 6{\cdot}02 = 12{\cdot}04$ HK$_O$;
$J_\smile = 2 \times 17{\cdot}88 = 35{\cdot}76$ HK$_O$.

Das in Richtung der Nullachse zusammengezogene Kurvenbild ist für das Erkennen der Lichtstärken unter den verschiedenen Strahlungswinkeln nicht hinderlich; jedoch erscheint es zur Ausführung anderer Berechnungen unerläßlich, auch die richtige Lage der einzelnen Strahlen im Raum in das Polarsystem einzuzeichnen. Es wird alsdann durch den Wurzelmaßstab, nach dem die Lichtstärken eingetragen sind, eine außerordentlich einfache Bestimmung der mit einer Lichtquelle erzielten Bodenbeleuchtung ermöglicht.

Berechnet man die Bodenbeleuchtung E_n, die von einer Lichtquelle mit gleichtörmiger Lichtausstrahlung, zum Beispiel von 100 HK$_\smile$, im Abstand von 1 m unter den verschiedenen Strahlungswinkeln erhalten wird:

$$E_n = J_\alpha \,.\, \cos^3 \alpha$$

und trägt diese Werte, nach dem Wurzelmaßstab gemessen, unter den entsprechenden Winkeln α als Polarkurve auf (Abb. 8), so liegen die erhaltenen Kurvenpunkte annähernd auf einem über 0° nach links weitergehenden Halbkreis mit dem Durchmesser $OB = c \,.\, \sqrt{J}$, der mit der Vertikalachse den Winkel ε bildet.

Die von dem Halbkreis über OB unter dem Winkel $(\alpha + \varepsilon)$ abgeschnittene Sehne ist $O\,C = c \,.\, \sqrt{J} \,.\, cos\,(\alpha + \varepsilon)$.

Diese Strecke entspricht annähernd dem Wurzelwert der Bodenbeleuchtung:

$$O\,C \cong \sqrt{J \,.\, \cos^3 \alpha} \cong \sqrt{E_n}.$$

Hieraus ergibt sich die Näherungsgleichung:

$$c\sqrt{J} \,.\, \cos(\alpha + \varepsilon) \cong \sqrt{J \,.\, \cos^3 \alpha},$$

somit

$$c^2 \,.\, \cos^2(\alpha + \varepsilon) = \cos^3 \alpha \quad \ldots\ldots\ldots \quad 7).$$

Als günstigsten Wert ermittelte ich:

$$c = 1{\cdot}03;\quad \varepsilon = 9^\circ\,30'.$$

Mittels dieser Werte für c und ε sind die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Größen bezeichnet.

α	$c^2 \,.\, \cos^2(\alpha + \varepsilon)$	$\cos^3 \alpha$	Differenz %
0°	1·0320	1·0000	+ 3·2
10°	0·9427	0·9551	— 1·3
20°	0·8037	0·8298	— 3·2
30°	0·6317	0·6495	— 2·6
40°	0·4475	0·4495	— 0·3
45°	0·3577	0·3536	+ 1·2
50°	0·2773	0·2656	+ 2·9
60°	0·1301	0·1250	+ 4·0
70°	0·0382	0·0400	— 4·5
80°	0·00008	0·0052	—

Die Näherungswerte weisen hiebei Unterschiede von höchstens 4·5% auf.

Die Bestimmung von $J_\alpha \,.\, cos^3\,\alpha$ (Abb. 8) für eine bestimmte beispielsweise unter 30° gegebene Lichtstärke von 50 HK geschieht in einfachster Weise durch Verschieben der einen Kathete eines Winkellineals auf dem 30°-Strahl, bis die andere Kathete den Hilfsmaßstab OB in D bei 50 HK schneidet. Der Fußpunkt des rechten

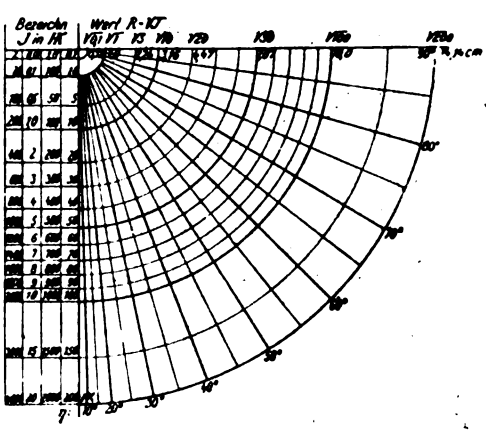


Abb. 8.

Digitized by Google

Winkels auf der 30° Linie ergibt im Beispiel den Wert für $J_\alpha . \cos^3 \alpha$ zu 32 Lux; der berechnete Wert ist 32·5 Lx.

Auch die mittlere, in einem bestimmten Raumwinkel erzielte Bodenbeleuchtung E_m ist infolge des im Polarsystem angewendeten Wurzelmaßstabes zeichnerisch zu finden (Abb. 9).

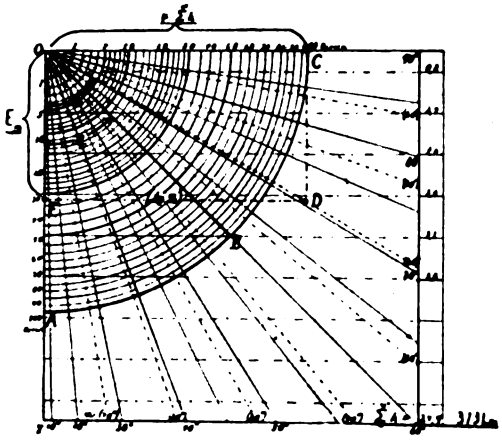


Abb. 9.

Der Lichtstrom einer Lampe mit gleichförmiger Lichtverteilung von 100 HK wird beispielsweise für den Raumwinkel von $2 \times 60°$ durch Addition der Horizontalwerte der Lichtstromfläche OAB gefunden, wo OB in derjenigen Richtung liegt, die durch den zu $\alpha = 60°$ gehörenden Winkel γ gekennzeichnet ist; es ist

$$\Phi_{60°} = 4\pi . \sum_{0}^{\gamma_{60°}} h \quad . \quad 8)$$

entsprechend $24{\cdot}9 \times 4\pi = 313$ Lm.

Die mittlere Bodenbeleuchtung ergibt sich aus der Division des Lichtstromes durch die beleuchtete Fläche.

Im Abstand 1 m von der Lichtquelle ist der Radius der vom Lichtkegel gebildeten Grundfläche $E D = tg\,\alpha$, daher die Grundfläche $f_\alpha = E D^2 \pi = \pi\, tg^2 \alpha$.

Es ergibt sich somit für

$$E_m = \frac{\Phi_\alpha}{f_\alpha} = \frac{4 \sum_{0}^{\gamma} h}{tg^2 \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9)$$

oder für den Wurzelwert der Bodenbeleuchtung

$$\sqrt{E_m} = \frac{\sqrt{4 \sum_{0}^{\gamma} h}}{tg\,\alpha}.$$

Diesem Wurzelwert entspricht im Polarsystem die Strecke $OE = \frac{E D}{tg\,\alpha}$, da sowohl $O E$, als auch $E D = O C$ hier durch ihre Wurzelwerte ausgedrückt sind.

Trägt man also auf der 90°-Linie den Wert $O C = 4 \sum_{0}^{\gamma_{60°}} h =$ $= 4 \times 24{\cdot}9 = 99{\cdot}6$ ein, zieht bis zu dem durch $\alpha = 60°$ gekennzeichneten Strahl OD die Vertikale $C D$ und hierauf die Horizontale $D E$, so erhält man dadurch die mittlere Bodenbeleuchtung

$$E_m = OE = 33 \text{ Lx}.$$

Die praktische Anwendung des Verfahrens ist in Abb. 10 dargestellt. Das Polarkoordinatensystem zeigt links vom Kurvenmittelpunkt ausgehend den schräg gestellten Hilfsmaßstab, der mit der Vertikalachse einen Winkel von 90°30′ bildet und den Wert 1·03. $\sqrt{J}$ ausdrückt. Die richtige Lage des Winkels α der Lichtstrahlen im Raum ist durch die punktierte Gradeinteilung gegeben. Die Horizontallinien sind im Abstand 0·5 cm . π gezogen, um durch Addition der Horizontalwerte der Kurvenflächen direkt die sphärischen Kerzen zu erhalten. Der Kerzenmaßstab der Polarkreise beginnt mit 10 HK für $\sqrt{1}$ cm; es entspricht daher 1 cm der Horizontallinien gleichfalls 10 HK. Kurve A zeigt den Lichtstrom einer nackten Nitralampe für 500 W. Kurve B läßt den Lichtstrom derselben Lampe in Armatur mit Reflektor erkennen. Aus der Kurve B wurden unter Zuhilfenahme eines Winkellineals in der vorhin geschilderten Weise die Punkte der Kurve C erhalten. Aus dieser „Beleuchtungskurve" kann für jeden Winkel α, entsprechend der punktierten Gradeinteilung, der Wert der Bodenbeleuchtung für eine Fläche im Vertikalabstand von 1 m von der Lichtquelle abgelesen werden. Die Integration der Kurvenflächen, durch Addition der Horizontalwerte in mm gemessen, ergibt für die nackte Lampe:

Kurve A: $J_O = 727$ HK$_O$; $\Phi_O = 4\pi \times 727 = 9150$ Lm,

$J_\smile = 2 \times 385 = 770$ HK$_O$; $J_\frown = 2 \times 342 = 684$ HK$_O$;

für die Lampe mit Armatur und Reflektor:

Kurve B: $J_O = 521$ HK$_O$; $\Phi_O = 4\pi \times 521 = 6550$ Lm.

$J_\smile = 2 \times 493 = 986$ HK$_O$; $J_\frown = 2 \times 28 = 56$ HK$_O$.

Zur Bestimmung der mittleren Bodenbeleuchtung im Raumwinkel $2\alpha = 2 \times 70°$ genügt es, die Summe der diesen Winkel entsprechenden Horizontalwerte $\sum_{0}^{\gamma_{70°}} h$ zu ziehen. Die Addition ergibt für Kurve A 239, für Kurve B 337.

Durch Eintragen des vierfachen Wertes auf der 90°-Linie für A: $4 \times 239 = 956$; für B: $4 \times 337 = 1348$, durch Ziehen von Vertikalen bis zur punktierten 70°-Linie und durch Projektion von hier auf die Vertikalachse erhält man die Werte der mittleren Bodenbeleuchtung:

für die nackte Lampe: $E_m = 125$ Lx,

für die Lampe mit Armatur: $E_m = 180$ Lx.

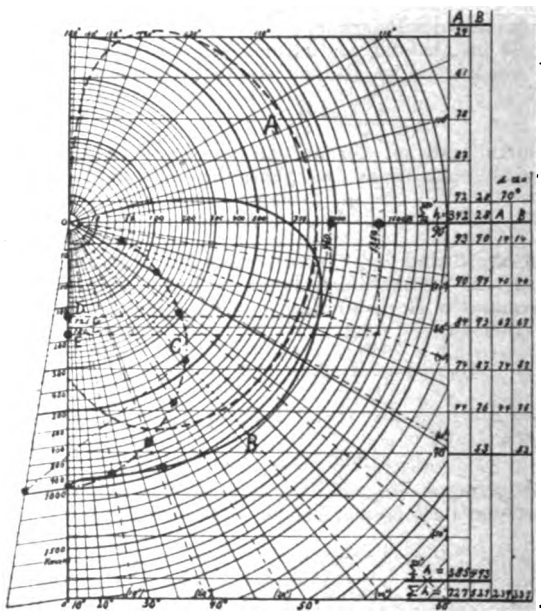


Abb. 10.

Der Lichtstrom, der von dem Raumwinkel $2 \times 70°$ eingeschlossen wird, beträgt $\Phi_{70°} = 4\pi \sum_{0}^{\gamma_{70°}} h$; dies ergibt für die nackte Lampe: $\Phi_{70°} = 4\pi \times 239 = 3000$ Lm, für die Lampe mit Armatur: $\Phi_{70°} = 4\pi \times 337 = 4230$ Lm.

Es werden demnach von dem ganzen Lichtstrom von 9150 Lumen, den die Nitralampe aussendet, für direkte Bodenbeleuchtung innerhalb $2 \times 70°$ ohne Armatur nur zirka 33%, mit Armatur zirka 46% nutzbar gemacht. Es findet also mit der Armatur eine um etwa 40% bessere Bodenbeleuchtung statt.

Auch ohne rechnerische Überlegung lassen die Kurvenbilder der Abb. 10 erkennen, daß durch die Armatur mit Reflektor nur ungefähr zwei Drittel des Gesamtlichtstromes für die untere Hemisphäre und weniger als die Hälfte in einem Raumwinkel von $2 \times 70°$ nutzbar gemacht werden. Die nackte Lampe dagegen bringt nur ungefähr ein Drittel ihres Lichtstromes in diesem Raumwinkel zur Wirkung.

Rundschau.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Erdung und Lebensgefahr. H. Zipp bespricht an Hand von Unfällen, die trotz sorgfältiger Beobachtung der Verbandsvorschriften durch Erdschluß hervorgerufen wurden, das Wesen der Schutzerdung. Es besteht darin, den Erdschlußstrom des Netzes so zur Erde abzuleiten und den Kapazitäten der gesunden Leitung zuzuführen, daß keine gefährlichen Berührungsspannungen entstehen können und daß in den Niederspannungsanlagen keine Brandwirkungen auftreten. Damit der Erdschlußstrom innerhalb gefahrloser Grenzen bleibt, darf die Erdungsanlage einer Hochspannungsseite einen gewissen Widerstand nicht überschreiten. Der Verfasser gibt ein Verfahren zur Berechnung des Erdwiderstandes bei verschiedenen Formen der Elektroden an, wobei der spezifische Widerstand des Erdreiches mit $\rho = 10\,000\ \Omega$ pro cm^3 angesetzt wird. Wird ein zylindrischer Leiter vom Halbmesser r von einem Zylinder vom Halbmesser a umgeben, der auf die Länge l im Erdreich steckt, so ist der Widerstand

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \log \text{nat} \frac{a}{r}.$$

Digitized by Google

Zwischen zwei zylindrischen Leitern vom Halbmesser r im Abstand d, die l m tief ins Erdreich gesteckt werden, ist der Widerstand

$$R = \frac{\rho}{l\pi} \log \text{nat} \frac{d}{r}.$$

Legt man zwei Drähte parallel zur Erdoberfläche in einer Tiefe, die klein ist gegenüber dem Drahtabstand d, so erhält man für diese Oberflächenerdung den Widerstandswert

$$R = \frac{2\rho}{l\pi} \log \text{nat} \frac{d}{r}.$$

Der Widerstand von plattenförmigen Elektroden ist bei großen Abständen der Platten der Berechnung nur schwer zugänglich. Aus ausgerechneten Beispielen ergibt sich, daß bei der Oberflächenerdung viel geringere Widerstände auftreten als beim Erden durch in den Boden eingesteckte Rohre, selbst wenn mehrere Rohre parallel geschaltet in einem Kreis angeordnet werden.

Zur Beurteilung der Berührungsgefahr muß man die „Berührungsspannung" kennen, das ist die Spannung, die in einer Entfernung von 2 m vom Eintrittspunkt des Erdungsdrahtes in die Erde auftritt. Da erfahrungsgemäß ein Strom von 25 m A vom menschlichen Körper ohne Schaden vertragen wird und der durchschnittliche Widerstand des Körpers 5000 Ω beträgt, so kann die zulässige Berührungsspannung mit 125 V angenommen werden. Bei der Berechnung der Berührungsspannung in Abhängigkeit von den Elektroden muß man den Erdschlußstrom bei Erdung einer Phase kennen. Nach H. Behrend beträgt der Erdschlußstrom bei der Netzspannung k in kV und einer Gesamtlänge des Netzes von L km $J = 1/390 \,.\, k \,.\, L$, im Mittel 25 A bei einem Netz von 650 km und 15 000 V. Der in die Erde eintretende Erdschlußstrom erzeugt innerhalb des Erdbodens ein Stromfeld, das ähnlich ist demjenigen zwischen zwei in großer Entfernung eingegrabenen Elektroden. Im Abstand a vom Erddraht wird also die Spannung $\varepsilon = J \,.\, R$ herrschen. Der Verfasser berechnet den Wert von ε für verschiedene Elektrodenformen und findet, daß den günstigsten Wert die Oberflächenerdung ergibt. Wird ein 10 mm dicker Draht von 50 m Länge 60 cm tief in die Erde verlegt, so ergibt sich bei 25 A Erdschlußstrom in 2 m Abstand eine Berührungsspannung von nur 96 V. Plattenerdungen in den gebräuchlichen Abmessungen gaben, wie die Rechnungen erkennen lassen, zu hohe Werte für die Berührungsspannung, so lange sie nicht mit anderen Erdungen parallel geschaltet sind. Da aber durch das sinkende Grundwasser oder infolge Austrocknen des Erdreiches durch den Erdschlußstrom der spezifische Widerstand des Erdreiches und somit der Erdung wächst, so kann die Berührungsspannung mit der Zeit gefährliche Werte annehmen. Es empfiehlt sich daher, besonders wichtige Punkte der Erdung in nächster Nähe fließender oder stehender Gewässer anzulegen. Bei Oberflächenerdung wird der Draht in eine Koksschüttung eingebettet und festgestampft. Der Selbsttrocknung des Erdreiches durch den Strom wirkt man durch eine geringe Stromdichte des aus den Erdelektroden austretenden Stromes bezw. durch eine große Oberfläche derselben entgegen. Für Oberflächenerdungen empfehlen sich bandartige Leiter besser als runde. Alle Maste einer Hochspannungsanlage können nicht so geerdet werden, daß keine Berührungsgefahr auftritt; dann ist es unbedingt notwendig ein Blitzschutzseil anzulegen, das in Abständen von 10 km Schutzerdungen erhält, deren Widerstände 2 bis 3 Ω nicht übersteigen sollen. Da sich der Erdwiderstand des Schutzseiles zu dem der Erdung addiert, so sind eiserne Drähte nach Meinung des Verfassers als Schutzseile nicht brauchbar. Zum Schluß weist der Verfasser darauf hin, daß bei sehr ausgedehnten Netzen trotz bester Erdung unzulässige Berührungsspannungen auftreten können und daß es dann unbedingt notwendig ist, das Netz in einzelne, nur durch Transformatoren verbundene Abschnitte zu zerlegen. In den Transformatorenstationen müssen Ölschalter mit dreipoliger Auslösung eingestellt sein oder eine Einrichtung getroffen sein, die durch den Erdschlußstrom selbsttätig auf einen der vorhandenen Auslöser einwirkt, so daß der durchgeschlagene Transformator sofort abgeschaltet wird. Zur Unterdrückung des Erdschlußstromes empfiehlt sich die Anordnung einer Nullpunktsdrosselspule.

(Das Elektrizitätswerk, 6, Hefte 1 bis 2, 1918.)

Leitungen.

Durchschlag von Porzellanisolatoren infolge von Spannungsstößen. W. D. Peaslee. In Betrieben hat sich gezeigt, daß durch Einwirkung von kurz dauernden Spannungsstößen, wie sie in elektrischen Leitungsnetzen bei schnell verklingenden Ausgleichsvorgängen auftreten, die Porzellanglocke zugrunde geht, obzwar sie bei der Prüfung einer viel höheren Wechselspannung ausgesetzt wurde. Bei der vom Verfasser durchgeführten Untersuchung wird die Porzellanglocke längere Zeit schnellen elektrischen Schwingungen unterworfen, die so stark gedämpft sind, daß sie wie Spannungsstöße kurzer Dauer wirken. Zum Beispiel bestehen solche Spannungsstöße aus Halbwellen einer Schwingung von 460 000 Per/s und in der Sekunde treten 120 solche Stöße auf. Gleichzeitig wurde die Glocke Wechselströmen von 60 Per/s pro s ausgesetzt. Wenn die Glocke hierbei durchgeschlagen wurde, so wurde sie an dieser Stelle zerbrochen und die Bruchstelle mikrophotographisch aufgenommen. Aus den Aufnahmen ersieht man zahlreiche sehr feine Durchschlagskanäle, die nicht zum Niederbruch des Isolators geführt haben, weil sie nach dem Durchgang der Überspannung sofort wieder zugeschmolzen sind. Die Kanäle sind oft verfärbt, weil Verunreinigungen während des Durchschlages hineingerissen werden. Diese wieder zugeschmolzenen Kanäle setzen natürlich die Durchschlagsfestigkeit des Isolators herab, so daß er späteren Beanspruchungen nicht widerstehen kann. Auch die mechanische Widerstandsfähigkeit des Isolators ist eine verminderte. Es wurde beobachtet, daß die Durchschlagskanäle sich besonders zu Luftblasen in den Glocken hinziehen. Bei Mehrmantelisolatoren wird zunächst nur der am stärksten beanspruchte Mantel durchgeschlagen. Wird der Spannungsstoß durch eine leuchtende Entladung an der Oberfläche begleitet, so wird dadurch der Isolator elektrisch entlastet, denn die Energie geht in diese Entladung über, die wie ein Sicherheitsventil wirkt und die Beanspruchungen auf Durchschlag werden entsprechend verringert. (E. T. Z. 39, Heft 17, 1918, nach Proceed. Am. Inst. El. Ing. 35, 1916.)

Energieverluste in Hochspannungs-Fernleitungen. F. Hoppe. Bei einem bestimmten prozentualen Energieverlust (p%) wird der Querschnitt q der Leitung in mm² zur Übertragung einer Kilowattzahl kW auf die Entfernung L in m bei der Übertragungsspannung E und dem Leistungsfaktor $\cos\varphi$

$$q = \frac{4000}{E^2} \cdot \frac{L \,.\, \text{kW}}{p}$$

für Gleichstrom, und

$$q = \frac{2000}{E^2} \cdot \frac{L \,.\, \text{kW}}{p} \cdot \frac{1}{\cos^2\varphi}$$

für Drehstrom.

Für Leitungen aus *Al* ist der ermittelte Querschnitt mit 1·7, bei Zink mit 3·5, bei Eisen mit 7·5 zu multiplizieren. Es steht jetzt noch die Wahl von p frei. Bei größeren Verlusten ergeben sich kleinere Querschnitte. Es stehen also die geringeren Anschaffungskosten den höheren Betriebskosten gegenüber, oder die Ersparnis an Material, die jetzt im Krieg so wichtig ist, steht der Wirtschaftlichkeit entgegen. Der Verfasser stellt für vier charakteristische Betriebstage im Jahr die Belastungskurven auf und ermittelt daraus die mittlere Belastung und die Verluste in % der maximalen Belastung:

	Mittlere Belastung	Verluste
Für den Maximaltag	45	27
Für einen Tag im Winter	40	21
„ „ „ „ Sommer	35	14
„ „ „ „ Herbst oder Frühjahr	37	17

Die mittlere Belastung das ganze Jahr hindurch macht somit 37%, die mittleren Verluste machen 17% der maximalen Belastung aus. Wenn x die Maximalbelastung in kW und $p/100 \,.\, x$ die hiebei auftretenden Verluste sind, so ist das Verhältnis der Jahresverluste zu der Jahresarbeit nahe gleich 0·5 . p/100.

Die Wahl von p wird an Hand von Beispielen erläutert: Es seien 2000 kW auf $L = 50\,000$ m, bei $\cos\varphi = 0{\cdot}85$, $E = 40\,000$ V Drehstrom zu übertragen, also bei 3000 h die Jahresarbeit 6 Mill. kW.

Für

$p = 5$% ist $q_1 = 35$ mm², 2·5% Jahresverluste = 150 000 kWh, Mk. 750 000 für Kupfer;

$p = 11$% ist $q_2 = 16$ mm², 2·5% Jahresverluste = 330 000 kWh, Mk. 550 000 für Kupfer.

Für den Mehraufwand von 180 000 kWh hat man zu 8·4 Pfg. pro kWh Mk. 15 000 zu setzen. Die Ersparnis von Mk. 200 000 an Kupfer ergibt als Ersparnis an Kapitaldienst Mk. 21 000, die reine Ersparnis macht somit Mk. 6000 aus, rund 1% der gesamten Betriebskosten. Diese Ersparnis ist gering, hingegen die Ersparnis an Kupfer mit 25 000 kg sehr bedeutend.

Bei Übertragung auf nicht zu große Entfernung wird durch die Wahl von Kabeln an Stelle von Freileitungen eine größere Materialersparnis erzielt, weil man bei Kabeln auf kleinere Querschnitte herabgehen kann. (E. T. Z. 39, Heft 16, 1918.)

Elektrische Beleuchtung.

Zugsbeleuchtung bei elektrischen Bahnen. W. J. Walker. Der einfachste Weg, die Wagen durchgehender elektrischer Züge zu beleuchten, besteht darin, die Lampen von der Fahrleitung oder von der dritten Schiene aus zu speisen. Für den Scheinwerfer an der Wagenstirnwand dient eine Wagenlampe für 4 A bei 600 V. Zum Beleuchten des Wageninnern sind 7 Stromkreise, jeder mit 5 Glühlampen zu 23 W bei 120 V, vorgesehen. Die Lampen liegen an der Fahrleitungsspannung von 600 V oder bei Gleichstromhochspannungsbahnen an der Generatorseite eines Gleichstromumformers. Der Nachteil dieser Einrichtung besteht darin, daß die Lichtstärke der Lampen von der Fahrdrahtspannung zu stark beeinflußt wird. Da diese vorübergehend auf 300 V sinken kann, so vermag der

Digitized by Google

Scheinwerfer keinen genügend langen Lichtkegel auf dem Fahrdamm auszubreiten. Im Wageninnern wechselt die Beleuchtung zwischen unangenehmer Helligkeit und der Unmöglichkeit, Gedrucktes zu lesen. Diese Nachteile werden durch das von der General Electric Co. ausgearbeitete Beleuchtungssystem mit niedriger Gleichspannung von 32 V behoben. Als Stromquelle dient ein Motorgenerator, bestehend aus einem an die Fahrleitung angeschlossenen Elektromotor und einer Querfelddynamo. Letztere enthält einen zweipoligen Anker in einem vierpoligen Feld. Zwei gegenüberstehende Pole, die das Hauptfeld bilden, sind gesättigt, die beiden anderen, das Querfeld erzeugenden, ungesättigt. Die Lampen werden von zwei diametralen Bürsten abgenommen, die zwischen Haupt- und Querfeld liegen. Die Erregerwicklungen der beiden Felder sind zueinander parallel zwischen einer Hauptbürste und einer dritten gegen diese um 90° verstellte und auf dem Kollektor schleifende Bürste geschaltet. Wie die Theorie ergibt, ist die Nutzspannung die Differenz zwischen der der Tourenzahl proportionalen Spannung die das Hauptfeld erzeugt, und einer vom Querfeld hervorgerufenen, dem Quadrat der Tourenzahl proportionalen Spannung. Die Ankerrückwirkung wird durch eine Reihenwicklung auf den Querfeldpolen kompensiert. Die Versuche haben ergeben, daß die Spannung dieses Umformersatzes nahezu konstant bleibt, wenn die Fahrdrahtspannung zwischen 400 und 700 V schwankt. Die Abweichung von der mit 32 V normal angesetzten Spannung macht nur 1 bis 2 V aus. Der Umformer mißt bei 1·5 kW-Leistung 82 cm in der Länge und 40 cm im Durchmesser. Er speist eine 200 W-Glühlampe für den Scheinwerfer, der bei den verschiedensten Fahrdrahtspannungen auf fast 400 m hin die Fahrbahn zu beleuchten vermag. Das Wageninnere wird von zwei Lampengruppen beleuchtet, und zwar 8 Lampen zu 75 W und 4 Lampen zu 25 W. Bei den stärksten Spannungsschwankungen im Fahrdraht ist eine Veränderung in der Beleuchtung nicht zu verspüren. Rechnet man die kWh mit 1·75 cent und nimmt man 1707 Beleuchtungsstunden im Jahr an, so stellen sich nach einschlägigen Berechnungen die Kosten für die Beleuchtung eines Wagens im Jahr einschließlich Verzinsung, Abschreibung und Erhaltung der Lampen auf 193 Doll., bei der Speisung der Lampen von der Fahrleitung aus, gegen 153 Doll. bei dem Niederspannungssystem. (General Electric Rev. 21, Heft 2, 1918.)

Elektrische Öfen, Heizung. Elektrometallurgie.

Magnetitelektroden wurden nach Angaben von de Kay Thompson und T. C. Atchinson in „Metallurg. and Chemical Engineering" bis vor kurzem als Anoden bei der Elektrolyse von sauren Kupfersulfatlösungen in Chuquicamata verwendet. Sie widerstanden gut der oxydierenden Wirkung des Stromes, waren aber sehr brüchig. Um diesen Nachteil zu beseitigen, hat man versucht, dem Magnetit Kupferoxyd oder andere Oxyde zuzusetzen. Es wurde festgestellt, daß bei steigenden Zusätzen von Kupferoxyd die Brüchigkeit des Materials wesentlich geringer wurde. Bei der Erprobung von aus 95% Magnetit und 5% Kupferoxyd hergestellten Anoden ergab sich, daß auch der anodische Angriff derselben unter sonst gleichen Verhältnissen geringer ist. Der große Gewichtsverlust der nur aus Magnetit hergestellten Anoden ist zum Teil auf ihren höheren Widerstand und die dadurch verursachte stärkere Erhitzung zurückzuführen. (Z. f. angew. Chemie, 26. 4. 1918.)

Ing. Friedrich Ross.

Am 5. März 1918 verlor der Elektrotechnische Verein durch das Ableben des Ing. Friedr. Ross eines seiner tätigsten und geachtetsten Mitglieder. Seit dem Jahre 1884 gehörte er dem Vereine an, zu dessen Ehrenmitgliedern er zählte und hatte durch länger als drei Dezennien eine reiche Fülle von Anregungen gegeben sowie werktätig Anteil genommen an seiner Entwicklung.

Ross war am 25. Mai 1850 zu Altona als Sohn eines bekannten Arztes geboren und widmete sich nach Absolvierung des Gymnasiums dem technischen Berufe. Er besuchte in Hamburg die abendlichen Kurse der polytechnischen Vorschule, während er tagsüber sich der praktischen Ausbildung widmete und bezog im Jahre 1869 die technische Hochschule in Karlsruhe. Der Ausbruch des deutsch-französischen Krieges im Jahre 1870, den er als Freiwilliger mitmachte, unterbrach die Hochschulstudien, die er dann im Alter von 23 Jahren vollendete.

Seine erste Stellung fand er in Wien bei der Firma Granichstätten, wodurch ihm die Gelegenheit geboten war, die Wiener Weltausstellung des Jahres 1873 zu sehen. Die Ausstellung der französischen Firma Gramme war der Anlaß, daß er sich der Elektrotechnik zuwandte, der er von da an seine reiche Arbeitskraft widmete und dem als tätigen Mitarbeiter in der Entwicklung derselben ein Ehrenplatz gebührt. Altmeister Gramme und dessen Chefingenieur Hippolyt Fontaine, mit welchen Beiden er die erste elektrische Kraftübertragung in Betrieb setzte, waren seine Lehrmeister. Er trat in Stellung bei dieser Firma in Paris und übernahm bald darauf die Vertretung der Grammeschen Dynamomaschinen für Österreich.

In dieser Eigenschaft und später als Mitbegründer einer der ersten österreichischen Elektrizitätsfirmen, der Firma Brückner,

Ross und Konsorten, brachte er eine Reihe bahnbrechender Anlagen zur Ausführung. Die erste größere Theaterbeleuchtung mit Glühlampen, jene des Brünner Stadttheaters im Jahre 1882, und später die des Prager deutschen Theaters, wurde in dieser Periode ausgeführt.

Im Jahre 1888 wurde die Firma aufgelöst und Ross übernahm die Vertretung der Firma Ganz & Co., wodurch er, den Wechselstromfragen näher gebracht, mit dem ihm eigenen scharfen praktischen Blick und wirtschaftlichem Verständnis sofort die Überlegenheit des Wechselstromsystems erfaßte, welches auf der Verwertung hochgespannter Wechselströme beruhte. Als überzeugter Parteigänger stritt er in diesem Lager gegen die Anwendung des Gleichstromes für die Versorgung von Städten und in einer Reihe von Streitschriften hat er Grundlinien festgelegt, deren strenge Richtigkeit durch die Entwicklung der Elektrotechnik erwiesen sind.

Vom Jahre 1890 bis 1894 leitete er die elektrotechnische Fabrik Helios in Köln und kam im Jahre 1894 wieder nach Wien zurück, um eine umfangreiche Tätigkeit als Zivilingenieur aufzunehmen. Diese bot seinen technischen und wirtschaftlichen Erfahrungen ein reiches Feld der Arbeit. Nach seinen Vorschlägen wurden zahlreiche mustergültige Anlagen und Werke geschaffen. Auch die Stadt Wien verdankt ihm manchen Fortschritt. So ist es ihm gelungen, die frühere Wiener Tramway-Gesellschaft für den elektrischen Betrieb der Straßenbahn zu interessieren und seinen Vorschlägen verdankt die erste elektrische Linie, die sogenannte Transversallinie, ihre Entstehung.

Eine der bedeutendsten Arbeiten des Elektrotechnischen Vereines, die Schaffung der Sicherheits-Vorschriften für Starkstromanlagen, hat Ross angeregt und zur Durchführung gebracht, und zwar zu einer Zeit, wo noch an keiner anderen Stelle an die Aufstellung solcher Vorschriften gedacht wurde. Das hiefür bestellte Regulativkomitee wurde über seinen Antrag im Jahre 1891 ins Leben gerufen und er hat damit nicht nur seine weitreichende Voraussicht bewiesen, sondern auch der Elektrotechnik einen unschätzbaren Dienst erwiesen.

Auch die Gründung der vom Vereine ins Leben gerufenen Vereinigung der Österr.-ungar. Elektrizitäts-Werke ist ihm, der auch durch einige Jahre an der Spitze dieser Organisation stand, zu danken.

Wir verlieren an ihm einen hervorragend tüchtigen Fachmann, einen bewährten Förderer des Elektrotechnischen Vereines und Viele von uns einen lieben Freund, der zu jeder Zeit, trotz der manchmal etwas fühlbaren Schärfe seines Wesens, ein warmes Herz besaß. Die Erinnerung an ihn wird dauernd erhalten bleiben und sein Name im Ehrenbuche des Vereines glänzen. *Schlenk.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. S — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
16. August 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 33.
36. Jahrgang.

INHALT:

Beitrag zur Berechnung der Influenzwirkung von Starkstromleitungen auf parallellaufende Schwachstromleitungen. Von Ing. Adolf Šubrt 365

Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung. Von Ing. Breck 372

Rundschau 374

Chronik 374

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 375

Briefe an die Schriftleitung 376

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Beitrag zur Berechnung der Influenzwirkung von Starkstromleitungen auf parallellaufende Schwachstromleitungen.

Von Ing. Adolf Šubrt, Prag.

Einleitung.

Die Frage der elektrostatischen Beeinflussung der Schwachstromleitungen durch parallel geführte Starkstromleitungen wurde in den letzten 10 Jahren von mehreren Autoren behandelt; insbesondere waren es Schrottke, Breisig und Brauns, die sich in dieser Hinsicht Verdienste erworben haben. Schrottke hat im Jahre 1907 in der E. T. Z. zuerst die Berechnung der induzierten Spannungen und Stromstärken ausgeführt, die theoretische Grundlage hat Breisig in seinem Buche „Theoretische Telegraphie" gegeben, dagegen hat sich Brauns mehr mit der Frage vom praktischen Standpunkte aus beschäftigt. Schrottke leitet die induzierten Spannungen und Stromstärken mit Hilfe der Teilkapazitäten ab, Breisig hat zu diesem Zwecke die Maxwellschen Kapazitäten und Induktionskoeffizienten benutzt. Diese beiden Arten — insbesondere die erstere — sind anschaulich, aber für die Berechnung der praktischen Fälle etwas beschwerlich. In der Praxis handelt es sich nämlich fast ausschließlich um die Influenzwirkung von Drehstromleitungen auf einfache oder doppelte Schwachstromleitungen und die Formeln, welche Schrottke und Breisig für diese Fälle aufgestellt bezw. angedeutet haben, sind ziemlich kompliziert, wozu noch der Umstand tritt, daß die Berechnung der Teilkapazitäten eventuell der Maxwellschen Kapazitäten mühsam ist. In der nachfolgenden Abhandlung wird die Berechnung der durch Drehstromleitungen induzierten Spannungen und Stromstärken mit Hilfe der Maxwellschen Potentialkoeffizienten direkt durchgeführt, so daß die Berechnung der Teilkapazitäten bezw. der Maxwellschen Kapazitäten entfällt, und werden für die in Betracht kommenden Größen einfache, aber sehr genaue Näherungsformeln aufgestellt. Nebenbei gesagt, sind die von Breisig abgeleiteten Formeln auch nicht streng richtig, weil die Potentiale der Starkstromdrähte unbekannte und auch nicht konstante Größen sind. Vorerst muß jedoch die theoretische Grundlage in Kürze angeführt werden.

Theoretische Grundlage.

Wenn zwei parallele Drähte, deren Länge gegenüber den übrigen Abmessungen außerordentlich groß ist und die sich außerhalb des Einflusses der Erde befinden, mit Elektrizität derart geladen sind, daß die Ladung des ersten, auf die Längeneinheit bezogen, $+q$ und des zweiten $-q$ beträgt, so entsteht, wie bekannt, ein elektrostatisches Feld, dessen Niveauflächen zylindrische Flächen sind, von denen eine in die Symmetrieebene der beiden Drähte übergeht. Das Potential in einem beliebigen Punkte des Feldes ist durch den Ausdruck

$$V = \frac{2}{\varepsilon} q \ln \frac{r_2}{r_1}$$

bestimmt, wobei r_1 und r_2 die Abstände jenes Punktes von den beiden Drähten und ε die Dielektrizitätskonstante bedeuten. Nachdem die nachstehenden Ausführungen nur Luftleitungen betreffen, wird im weiteren $\varepsilon = 1$ angenommen. Für die Mittelebene gilt $V = 0$. Wenn wir jetzt nur einen Draht haben, der in fortwährend gleicher Höhe h über der Erdoberfläche geführt ist, so entsteht in diesem Falle ein elektrostatisches Feld, das mit der Hälfte des früheren Feldes übereinstimmt, wobei die Erdoberfläche ($V = 0$) der Mittelebene entspricht. Das Potential in einem beliebigen Punkte ist wieder durch den Ausdruck gegeben

$$V = 2q \ln \frac{D}{a},$$

wobei a den Abstand jenes Punktes von dem betreffenden Drahte und D den Abstand von einem gedachten, unter der Erdoberfläche in einer Tiefe h geführten Drahte (Spiegelbild) bedeutet. Das Potential des Drahtes vom Radius ρ selbst ist dann mit großer Genauigkeit durch

$$V = 2q \ln \frac{2h}{\rho}$$

bestimmt.

Haben wir ein System von n parallelen Drähten und sind die Ladungen derselben auf die Längeneinheit bezogen $q_1, q_2 \ldots q_n$, so ist das Potential an einem beliebigen Orte gleich der Summe der Potentiale, die durch die einzelnen Drähte verursacht würden. Für die Drähte selbst können wir dann folgende Gleichungen aufstellen (Abb. 1):

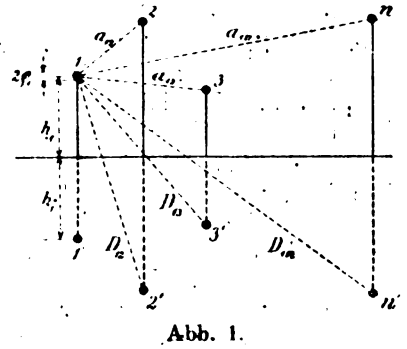


Abb. 1.

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= 2q_1 \ln \frac{2h_1}{\rho_1} + 2q_2 \ln \frac{D_{12}}{a_{12}} + \ldots + 2q_n \ln \frac{D_{1n}}{a_{1n}} \\ V_2 &= 2q_1 \ln \frac{D_{21}}{a_{21}} + 2q_2 \ln \frac{2h_2}{\rho_2} + \ldots + 2q_n \ln \frac{D_{2n}}{a_{2n}} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad 1).$$

Setzen wir $2 \ln \frac{2h_1}{\rho_1} = u_{11}$, $2 \ln \frac{D_{12}}{a_{12}} = u_{12}$ usw.

Digitized by Google

Nach Maxwell heißen die Größen u Potentialkoeffizienten. Die angeführten n-Gleichungen kann man in andere umformen, und zwar:

$$\left.\begin{aligned} q_1 &= c_{11}V_1 + c_{12}V_2 + \ldots + c_{1n}V_n \\ q_2 &= c_{21}V_1 + c_{22}V_2 + \ldots + c_{2n}V_n \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; 2).$$

Die Koeffizienten c_{11}, c_{12} ... sind allgemein durch den Ausdruck gegeben

$$c_{hk} = \frac{\Delta_{hk}}{\Delta} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; 3),$$

wobei Δ_{hk} die zu u_{hk} gehörige Unterdeterminante der Determinante

$$\Delta = \begin{vmatrix} u_{11}, & u_{12} \ldots u_{1n} \\ u_{12}, & u_{22} \ldots u_{2n} \\ \vdots & \\ u_{1n}, & u_{2n} \ldots u_{nn} \end{vmatrix}$$

bedeutet.

Eventuell kann man die Gleichungen 2) noch weiter umformen und schreiben:

$$\left.\begin{aligned} q_1 &= k_{11}V_1 + k_{12}(V_1 - V_2) + \ldots + k_{1n}(V_1 - V_n) \\ q_2 &= k_{22}V_2 + k_{21}(V_2 - V_1) + \ldots + k_{2n}(V_2 - V_n) \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad 4),$$

wobei

$$\left.\begin{aligned} k_{11} &= c_{11} + c_{12} + \ldots + c_{1n} \\ k_{12} &= -c_{12} \ldots k_{1n} = -c_{1n} \end{aligned}\right\} \quad . \; . \; 5).$$

oder auch

$$\left.\begin{aligned} c_{11} &= k_{11} + k_{12} + \ldots + k_{1n} \end{aligned}\right\}$$

Die Koeffizienten c_{11}, c_{12} ... sind durch die Größen u völlig bestimmt und demnach nur von den geometrischen Abmessungen abhängig. Bei weiterer Untersuchung dieser Größen finden wir, daß $c_{11}, c_{22} \ldots c_{nn}$ durchaus positive, dagegen $c_{12}, c_{13} \ldots c_{1n}$ durchaus negative Werte haben. Das entspricht vollkommen der physikalischen Bedeutung dieser Größen. Man sieht dies am besten, wenn man die Drähte 2, 3 ... n mit der Erde verbindet, so daß die Potentiale derselben $V_2 = 0$, $V_3 = 0 \ldots V_n = 0$ werden. Für die Ladungen der einzelnen Drähte ergeben sich dann folgende Gleichungen

$$q_1 = c_{11}V_1, \; q_2 = c_{12}V_1 \ldots q_n = c_{1n}V_1.$$

Nachdem q_1 und V_1 immer dasselbe Vorzeichen haben, muß c_{11} eine positive Größe sein; dagegen haben q_2, $q_3 \ldots q_n$ immer entgegengesetzte Vorzeichen wie q_1 und V_1, die Größen c_{12}, $c_{13} \ldots c_{1n}$ sind daher negativ. Nach Maxwell heißen c_{11}, c_{22} ... Kapazitäten und c_{12}, c_{13} ... Koeffizienten der elektrostatischen Induktion der einzelnen Drähte.

Durch das Gleichungssystem 4) wird die auf jedem Leiter, zum Beispiel 1, befindliche Elektrizitätsmenge in Teile zerlegt, die den Potentialdifferenzen zwischen dem ersten Leiter und den übrigen (inklusive Erde) entsprechen. Man würde dasselbe Ergebnis hinsichtlich der Verteilung der Elektrizitätsmengen und Spannungen erhalten, wenn man sich die Leiter selbst dimensionslos, also auch kapazitätsfrei dächte und zwischen je zwei Leiter, zum Beispiel h und k einen Kondensator von der Größe k_{hk} legte. Die Größen k_{11}, k_{22} ..., k_{12}, k_{13} ... heißen Teilkapazitäten der Leiter gegen Erde bezw. gegeneinander. Man kann sie aus den Maxwellschen Kapazitäten und Induktionskoeffizienten mit Hilfe der Gleichungen 5) bestimmen, sie sind daher ebenfalls nur von den Konstruktionsdaten des Leitersystems abhängig, von den Betriebsgrößen (Menge und Spannung) jedoch völlig unabhängig. Hiebei sei noch bemerkt, daß die Teilkapazität zweier Leiter nicht lediglich durch ihre Lage zueinander, sondern auch durch alle übrigen Leiter des Systems bestimmt ist. Daß allgemein $c_{hk} = c_{kh}$ und $k_{hk} = k_{kh}$, ist ohne weiteres klar*).

Influenzwirkung einer Drehstromleitung auf eine einfache Schwachstromleitung.

Wie bereits gesagt, kann man die Berechnung der induzierten Spannungen und Stromstärken entweder mit Hilfe der Teilkapazitäten, Maxwellschen Kapazitäten oder schließlich der Potentialkoeffizienten ausführen. Wir werden im folgenden die letztere Art anwenden, weil sie zu sehr einfachen Näherungsgleichungen führt und für die Berechnung praktischer Beispiele besonders vorteilhaft ist, da die mühsame Ausrechnung der Determinanten gänzlich wegfällt. Der Einfachheit halber setzen wir voraus, daß der Spannungsabfall in den einzelnen Drähten der Starkstromleitung derart klein ist, daß die Spannung in der ganzen Länge l als konstant betrachtet werden kann und weiters, daß die Länge der Leitung gegen die Wellenlänge (6000 km bei 50 Per/s) so klein ist, daß die Ströme an allen Stellen der betrachteten Länge gleiche Phase haben. Mit Rücksicht auf den Zustand der Starkstromleitung wollen wir zwei Fälle behandeln, und zwar erstens den Fall, daß sich die Leitung im guten Isolationszustande befindet und zweitens, daß einer der Starkstromdrähte mit der Erde direkt verbunden ist. Der erste Fall entspricht dem normalen Betriebe, die Störungen sind minimal, aber dauernd; in dem zweiten Falle, der nur vorübergehend ist, erreichen dagegen die Störungen ihren Maximalwert. Vorläufig setzen wir voraus, daß die Länge l der beiden Leitungen gleich ist und daß dieselben in der ganzen Länge parallel laufen und außerdem, daß die Schwachstromleitung durch einen induktionsfreien Widerstand R (Widerstand des menschlichen Körpers, resultierender Widerstand der Apparate) mit der Erde verbunden ist. Wenn wir die Vektoren der Potentiale der Starkstromdrähte mit $\mathfrak{V}_1$, $\mathfrak{V}_2$ und $\mathfrak{V}_3$, jenen der Schwachstromleitung mit $\mathfrak{V}_4$ und dem entsprechend die Ladungen auf die ganze Länge l mit Q_1, Q_2, Q_3 und Q_4 bezeichnen, so erhalten wir unter der Voraussetzung, daß die Starkstromdrähte gegen Erde isoliert sind, für die 8 Unbekannten folgende 8 Gleichungen:

$$\begin{aligned} l\,\mathfrak{V}_1 &= u_{11}Q_1 + u_{12}Q_2 + u_{13}Q_3 + u_{14}Q_4, \\ l\,\mathfrak{V}_2 &= u_{12}Q_1 + u_{22}Q_2 + u_{23}Q_3 + u_{24}Q_4, \\ l\,\mathfrak{V}_3 &= u_{13}Q_1 + u_{23}Q_2 + u_{33}Q_3 + u_{34}Q_4, \\ l\,\mathfrak{V}_4 &= u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3 + u_{44}Q_4, \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0, \\ \mathfrak{V}_1 - \mathfrak{V}_2 &= \mathfrak{E}_1, \quad \mathfrak{V}_2 - \mathfrak{V}_3 = \mathfrak{E}_2 \end{aligned}$$

und

$$\mathfrak{V}_4 + i\omega R Q_4 = 0.$$

$\mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{E}_2$ sind die um 120° verschobenen Netzspannungen der Drehstromleitung. Nach Elimination von $\mathfrak{V}_1$, $\mathfrak{V}_2$, $\mathfrak{V}_3$ und $\mathfrak{V}_4$ ergeben sich folgende vier Gleichungen:

$$\begin{aligned} (u_{11} - u_{12})Q_1 + (u_{12} - u_{22})Q_2 + (u_{13} - u_{23})Q_3 + (u_{14} - u_{24})Q_4 &= l\,\mathfrak{E}_1, \\ (u_{12} - u_{13})Q_1 + (u_{22} - u_{23})Q_2 + (u_{23} - u_{33})Q_3 + (u_{24} - u_{34})Q_4 &= l\,\mathfrak{E}_2, \\ u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3 + (u_{44} + i\omega R l)Q_4 &= 0, \\ Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0. \end{aligned}$$

*) Näheres Breisig: Theoretische Telegraphie.

Digitized by Google

Es ist daher

$$Q_4 = \frac{\begin{vmatrix} u_{11}-u_{12}, & u_{12}-u_{22}, & u_{13}-u_{23}, & l\,\mathfrak{E}_1 \\ u_{12}-u_{13}, & u_{22}-u_{23}, & u_{23}-u_{33}, & l\,\mathfrak{E}_2 \\ u_{14}, & u_{24}, & u_{34}, & 0 \\ 1, & 1, & 1, & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} u_{11}-u_{12}, & u_{12}-u_{22}, & u_{13}-u_{23}, & u_{14} & u_{24} \\ u_{12}-u_{13}, & u_{22}-u_{23}, & u_{23}-u_{33}, & u_{24}-u_{34} \\ u_{14}, & u_{24}, & u_{34}, & u_{44}+i\omega Rl \\ 1, & 1, & 1, & 0 \end{vmatrix}}$$

oder

$$Q_4 = \frac{l(\mathfrak{E}_1\Delta_1' + \mathfrak{E}_2\Delta_2')}{(u_{14}-u_{24})\Delta_1' + (u_{24}-u_{34})\Delta_2' + (u_{44}+i\omega Rl)\Delta_3'}$$

wobei Δ_1', Δ_2' und Δ_3' die zugehörigen Unterdeterminanten bedeuten.

Da

$$\mathfrak{B}_4 = -i\omega R Q_4$$

und

$$\mathfrak{J}_4 = -i\omega Q_4$$

ist, sind die gesuchten Größen bestimmt.

Ist die Schwachstromleitung isoliert, also $R = \infty$, so erhält man die Leerlaufspannung

$$\mathfrak{B}_{04} = -\frac{\mathfrak{E}_1\Delta_1' + \mathfrak{E}_2\Delta_2'}{\Delta_3'}.$$

Ist die Schwachstromleitung direkt mit der Erde verbunden, also $R = 0$, so ergibt sich die Kurzschlußstromstärke

$$\mathfrak{J}_{04} = \frac{-i\omega l(\mathfrak{E}_1\Delta_1' + \mathfrak{E}_2\Delta_2')}{(u_{14}-u_{24})\Delta_1' + (u_{24}-u_{34})\Delta_2' + u_{44}\Delta_3'}.$$

Wenn wir die Quotienten $\frac{\mathfrak{B}_4}{\mathfrak{B}_{04}}$ und $\frac{\mathfrak{J}_4}{\mathfrak{J}_{04}}$ bilden, so finden wir, daß diese zwei veränderliche, gegeneinander senkrecht stehende Vektoren sind, deren Summe

$$\frac{\mathfrak{B}_4}{\mathfrak{B}_{04}} + \frac{\mathfrak{J}_4}{\mathfrak{J}_{04}} = 1.$$

Mit Hilfe dieser Relation (Gleichung eines Kreises vom Radius 1) ist es möglich, die Amplituden bezw. die Effektivwerte der Berührungsspannung und des Berührungsstromes für einen beliebigen Widerstand R aus den bekannten Amplituden bezw. Effektivwerten der Leerlaufspannung und des Kurzschlußstromes zu bestimmen.

Da bei einer Drehstromleitung

$$\mathfrak{E}_2 = \mathfrak{E}_1\left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

ist, so erhalten wir zum Beispiel für die Effektivwerte folgende Ausdrücke:

$$V_{04} = E\frac{\sqrt{\Delta_1'^2 + \Delta_2'^2 - \Delta_1'\Delta_2'}}{\Delta_3'}$$

und

$$J_{04} = \omega l E\frac{\sqrt{\Delta_1'^2 + \Delta_2'^2 - \Delta_1'\Delta_2'}}{(u_{14}-u_{24})\Delta_1' + (u_{24}-u_{34})\Delta_2' + u_{44}\Delta_3'}.$$

Bisher waren alle Größen in absoluten elektrostatischen Einheiten ausgedrückt, wenn wir aber in den vorstehenden Gleichungen E (Effektivwert der Netzspannung) in Volt einsetzen, so erhalten wir V_{04} ebenfalls in Volt; um auch die Stromstärke in praktischen Einheiten zu erhalten, müssen wir noch mit dem Faktor $\frac{1}{9\times10^6}$ multiplizieren, wobei l in km einzusetzen ist.

Die Berührungsspannung und der Berührungsstrom sind dann (Abb. 2)

$$V_4 = V_{04}\sin\alpha$$

und

$$J_4 = J_{04}\cos\alpha,$$

wobei

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{RJ_{04}}{V_{04}}.$$

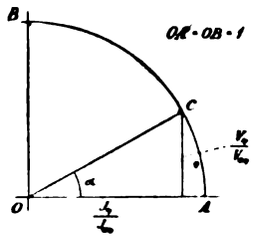


Abb. 2.

In den praktischen Fällen sind die Abstände der einzelnen Drähte der Starkstromleitung gegen die Entfernung der beiden Leitungen verhältnismäßig klein und wir können ganz gut annehmen, daß

$$u_{11} = u_{22} = u_{33} = \frac{u_{11}+u_{22}+u_{33}}{3} = u_{11}',$$

$$u_{12} = u_{13} = u_{23} = \frac{u_{12}+u_{13}+u_{23}}{3} = u_{12}'$$

und weiters, daß die Ladungen und Potentiale der einzelnen Drähte gleich, in der Phase jedoch um 120° verschoben sind. Man kann daher setzen:

$$Q_1 = Q,\ Q_2 = Q\left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right),$$

$$Q_3 = Q\left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

und

$$\mathfrak{B}_1 = \mathfrak{E}_f,\ \mathfrak{B}_2 = \mathfrak{E}_f\left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right),$$

$$\mathfrak{B}_3 = \mathfrak{E}_f\left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right).$$

Ist die Schwachstromleitung isoliert, also $Q_4 = 0$, so kann man zum Beispiel für den Draht 1 folgende Gleichung schreiben:

$$l\,\mathfrak{E}_f = u_{11}'Q_1 + u_{12}'Q_2 + u_{12}'Q_3$$

oder

$$l\,\mathfrak{E}_f = (u_{11}' - u_{12}')Q$$

und für die Schwachstromleitung die Gleichung

$$l\,\mathfrak{B}_{04} = u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3$$

oder

$$l\,\mathfrak{B}_{04} = Q\left[u_{14} + u_{24}\left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + u_{34}\left(-\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right].$$

Aus den angeführten Gleichungen ergibt sich dann für den Effektivwert der Leerlaufspannung die Gleichung

$$V_{04} = \frac{E_f}{u_{11}' - u_{12}'}\sqrt{u_{14}^2 + u_{24}^2 + u_{34}^2 - u_{24}u_{24} - u_{14}u_{34} - u_{34}u_{14}},$$

wobei

$$E_f = \frac{E}{\sqrt{3}}.$$

Ist die Schwachstromleitung mit der Erde verbunden, also $\mathfrak{B}_4 = 0$, so lautet die Gleichung für dieselbe

$$u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3 + u_{44}Q_{04} = 0,$$

woraus

$$Q_{04} = -\frac{u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3}{u_{44}} = -\frac{l\,\mathfrak{B}_{04}}{u_{44}}.$$

Für den Effektivwert der Kurzschlußstromstärke in praktischen Einheiten erhalten wir

$$J_{04} = \frac{\omega l V_{04}}{u_{44}}\cdot\frac{1}{9\times10^6}\ \text{A},$$

wobei die Länge l in km einzusetzen ist.

Digitized by Google

Die Berührungsspannung und der Berührungsstrom werden dann in bekannter Weise bestimmt.

Die Genauigkeit dieser Näherungsgleichungen ist am besten aus den Resultaten der drei praktischen Beispiele (Abb. 3, 4 und 5) zu ersehen, die in der nachstehenden Übersicht zusammengestellt sind.

In allen drei Fällen ist $E = 30\,000$ V, $l = 50$ km und Per/s $= 50$.

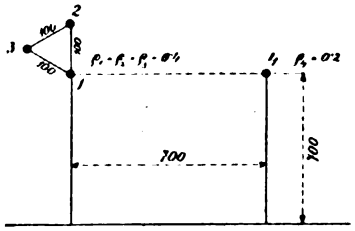


Abb. 3.

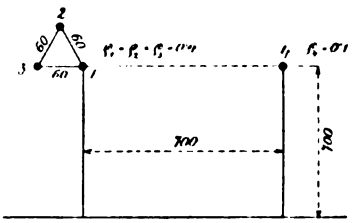


Abb. 4.

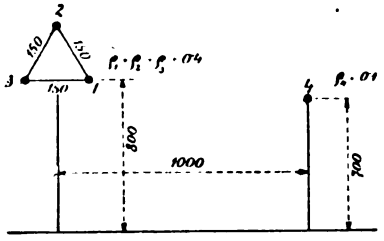


Abb. 5.

Beispiel	1	2	3
Leerlaufspannung aus der genauen Gleichung gerechnet	$V_{04} = 306$,	213,	282 V,
Leerlaufspannung aus der Näherungsgleichung gerechnet	$V_{04} = 306$,	213,	281 V,
Kurzschlußstrom aus der genauen Gleichung gerechnet	$J_{04} = 0{\cdot}030$,	$0{\cdot}0195$,	$0{\cdot}026$ A,
Kurzschlußstrom aus der Näherungsgleichung gerechnet	$J_{04} = 0{\cdot}030$,	$0{\cdot}0195$,	$0{\cdot}026$ A.

Für die Berührungsspannung und den Berührungsstrom erhalten wir in dem ersten Beispiele $V_4 = 59$ V und $J_4 = 0{\cdot}0295$ A, vorausgesetzt, daß der Widerstand des menschlichen Körpers im ungünstigsten Falle nur 2000 Ω beträgt.

Die resultierende Kapazität zwischen den beiden Leitungen sowie die Teilkapazität der Schwachstromleitung gegen Erde stellen bei kleineren Längen l verhältnismäßig große Wechselstromwiderstände dar, so daß der Widerstand R, soferne er nur einige Tausend Ohm beträgt, auf die Größe des Berührungsstromes fast keinen Einfluß hat. Infolgedessen ist die Berührungsstromstärke ungefähr gleich der Kurzschlußstromstärke, was auch durch die Resultate des Beispieles 1 bestätigt wird.

Die Berührungsstromstärke bildet aber nur eine Komponente der aus der Starkstromleitung in die Schwachstromleitung übergehenden Gesamtstromstärke, die zweite Komponente fließt durch die Teilkapazität $l\,k_{44}$ zur Erde. In unserem Falle ist diese Komponente

$$J_k = \omega\, l\, k_{44}\, V_4 =$$

$$= 314 \times 50 \times 0{\cdot}00525 \times 10^{-6} \times 59 = 0{\cdot}005 \text{ A}$$

und die Gesamtstromstärke daher

$$J = \sqrt{J_4^2 + J_k^2} = 0{\cdot}0299 \text{ A}.$$

Man sieht daraus, daß es möglich ist, in allen Fällen, wo der Widerstand R nur einige Tausend Ohm beträgt, das ist in allen praktischen Fällen, die Gesamtstromstärke mit großer Genauigkeit der Kurzschlußstromstärke gleich zu setzen.

Bisher haben wir vorausgesetzt, daß R ein induktionsfreier Widerstand ist und daß die Länge der Schwachstromleitung der Länge des Parallellaufes gleich ist. Handelt es sich aber um die genaue Bestimmung der durch Telegraphenapparate fließenden Stromstärke, so muß man auch die Induktivität dieser Apparate berücksichtigen, weil diese Stromstärke mit Rücksicht auf die Phasenverschiebung bedeutend größer sein kann als die Gesamtstromstärke.

Nehmen wir zum Beispiel den in der Abb. 6 dargestellten Fall an, die Gesamtlänge der Schwachstromleitung sei $l + l' = 50 + 50 = 100$ km, die Teilkapazitäten gegen Erde bezeichnen wir den Längen entsprechend $l\,k_{44} + l'\,k_{44}'$, an den Enden der Leitung seien Telegraphenapparate ($r = 300\,\Omega$, $\omega L = 2400\,\Omega$ bei 50 Per/s) eingeschaltet.

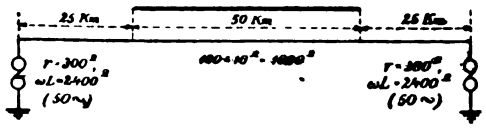


Abb. 6.

Die durch jeden Apparat fließende Stromstärke ist dann durch den Ausdruck gegeben

$$J_4' = \frac{\frac{1}{2} J_{04}}{\omega K \sqrt{w^2 + \left(\frac{1}{\omega K} - \frac{1}{2}\omega L\right)^2}},$$

wobei K die Gesamtkapazität $l\,k_{44} + l'\,k_{44}'$ und w den resultierenden Ohmschen Widerstand bedeuten.

Die genaue Bestimmung des resultierenden Widerstandes wäre mit Rücksicht darauf, daß der Widerstand und die Kapazität der Leitung gleichmäßig verteilt sind, umständlich, da aber dieser Betrag nur wenig in Betracht kommt, können wir in unserem Falle setzen

$$w = \frac{1}{2}(300 + 375) \doteq 340\,\Omega.$$

Es würde sich nur noch um die Kapazitäten k_{44} und k_{44}' handeln. Mit Hilfe der Gleichungen 3) und 5) erhalten wir

$$l'\,k_{44}' = 50 \times \frac{1}{9 \times u_{44}} \times 10^{-6} =$$

$$= 50 \times 0{\cdot}0058 \times 10^{-6} = 0{\cdot}29 \times 10^{-6} \text{ F}.$$

Der Ausdruck für k_{44} wäre etwas kompliziert, wir können ihn jedoch vereinfachen, wenn wir setzen

$$u_{11} = u_{22} = u_{33} = \frac{u_{11} + u_{22} + u_{33}}{3} = u_{11}',$$

$$u_{12} = u_{13} = u_{23} = \frac{u_{12} + u_{13} + u_{23}}{3} = u_{12}'$$

und

$$u_{14} = u_{24} = u_{34} = \frac{u_{14} + u_{24} + u_{34}}{3} = u_{14}'.$$

Unter dieser Annahme erhalten wir

$$k_{44} = \frac{u_{11}' + 2\,u_{12}' - 3\,u_{14}'}{u_{44}\,(u_{11}' + 2\,u_{12}') - 3\,u_{14}'^2} \times \frac{1}{9 \times 10^6} \text{ F/1 km}.$$

Hieraus ergibt sich in unserem Beispiele (Abb. 3) $k_{44} = 0{\cdot}00525$ μF/1 km, was mit dem genauen Werte vollkommen übereinstimmt. Übrigens kann man den Wert von k_{44} in den praktischen Fällen auch ohne weiteres in den Grenzen $0{\cdot}0050 \div 0{\cdot}0055$ μF/1 km wählen. Unter diesen Verhältnissen erhalten wir $J_4' = 0{\cdot}019$ A,

Digitized by Google

ohne Berücksichtigung der Induktivität der Apparate würde sich der Wert $J_4 = \frac{1}{2} J_{04} = 0{\cdot}015$ A ergeben. Bei größerer Induktivität der Apparate und bei höherer Periodenzahl wäre der Unterschied noch bedeutend größer.

Bisher haben wir vorausgesetzt, daß die Schwachstromleitung auf ihrem Gestänge allein geführt ist. Sind aber auf demselben Gestänge mehrere geerdete Einfachleitungen (zum Beispiel m) vorhanden, so wird die durch die Apparate fließende Stromstärke sowie die Berührungsspannung bedeutend kleiner. Mit Rücksicht darauf, daß alle Schwachstromleitungen ungefähr dasselbe Potential haben und daß die Abstände derselben voneinander gegen den übrigen Abmessungen verhältnismäßig klein sind, kann man die Schwachstromleitungen durch einen einzigen Leiter ersetzen, der sich in der Mitte befindet (Abb. 7) und dessen Radius durch den Ausdruck gegeben ist

$$l_n\rho = \frac{l_n(\rho_1\rho_2\ldots\rho_m a_{12}a_{13}\ldots a_{1m}a_{21}a_{23}\ldots a_{2m}\ldots a_{m1}a_{m2}\ldots a_{m\,m-1})}{m^2}$$

In unserem Beispiele (Abb. 7) ist $\rho = 21{\cdot}1$ cm.

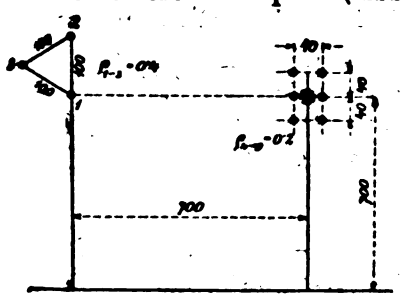


Abb. 7.

Nachdem der Ersatzleiter in diesem Falle dieselbe Lage hat wie die einfache Schwachstromleitung in dem früher behandelten Beispiele (Abb. 3), erhalten wir dieselbe Leerlaufspannung

$$V_{04} = 306 \text{ V}.$$

Die Kurzschlußstromstärken in den einzelnen Leitungen sind dann

$$J_{04} = \frac{1}{m} \cdot \frac{\omega l V_{04}}{u_{44}} \cdot \frac{1}{9\times 10^6} =$$

$$= \frac{1}{6} \frac{314\times 50\times 306}{8{\cdot}39\times 9\times 10^6} = 0{\cdot}0105 \text{ A}.$$

Die durch die üblichen Apparate fließenden Stromstärken sind, wie bekannt, den Kurzschlußstromstärken ungefähr gleich. Ist eine der Schwachstromleitungen isoliert und berührt ein Mensch dieselbe, so erhält er eine Spannung

$$V_4 = 2000\times 0{\cdot}0105 = 21 \text{ V}.$$

Man sieht, daß der günstige Einfluß der benachbarten geerdeten Leitungen in diesem Falle ziemlich bedeutend ist.

Sind die Drähte der Starkstromleitung in regelmäßigen Intervallen gekreuzt, so ist

$$u_{11} = u_{22} = u_{33},\ u_{12} = u_{13} = u_{23} \text{ und } u_{14} = u_{24} = u_{34}.$$

Unter dieser Voraussetzung erhält man sowohl aus den genauen, als auch aus den Näherungsgleichungen

$$E_{04} = 0 \text{ und } J_{04} = 0.$$

Durch die Kreuzung der Starkstromdrähte kann daher bei deren guter Isolation die Influenzwirkung ganz aufgehoben werden. Dieser Schutz versagt aber, wenn die Symmetrie der Starkstromdrähte in elektrischer Hinsicht gestört ist, das ist zum Beispiel, wenn ein Draht Erdschluß hat.

Diesen Fall wollen wir im nachstehenden behandeln, und zwar zuerst für die ungekreuzte Starkstromleitung. Ist zum Beispiel der Draht 3 mit der Erde verbunden, so ist $\mathfrak{V}_3 = 0$, $\mathfrak{V}_1 = \mathfrak{E}_1$ und $\mathfrak{V}_2 = -\mathfrak{E}_2$. Für die unbekannten Größen $\mathfrak{V}_4$, Q_1, Q_2, Q_3 und Q_4 kann man dann folgende Gleichungen schreiben:

$$\begin{aligned}
u_{11}Q_1 + u_{12}Q_2 + u_{13}Q_3 + u_{14}Q_4 &= l\mathfrak{E}_1,\\
u_{12}Q_1 + u_{22}Q_2 + u_{23}Q_3 + u_{24}Q_4 &= -l\mathfrak{E}_2,\\
u_{13}Q_1 + u_{23}Q_2 + u_{33}Q_3 + u_{34}Q_4 &= 0,\\
u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3 + u_{44}Q_4 &= l\mathfrak{V}_4,\\
\mathfrak{V}_4 + i\omega R Q_4 &= 0.
\end{aligned}$$

Aus den letzten zwei Gleichungen erhalten wir

$$u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3 + (u_{44} + i\omega R l)Q_4 = 0.$$

Aus dieser Gleichung und den drei ersteren ergibt sich

$$Q_4 = \frac{\begin{vmatrix} u_{11}, & u_{12}, & u_{13}, & l\mathfrak{E}_1 \\ u_{12}, & u_{22}, & u_{23}, & -l\mathfrak{E}_2 \\ u_{13}, & u_{23}, & u_{33}, & 0 \\ u_{14}, & u_{24}, & u_{34}, & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} u_{11}, & u_{12}, & u_{13}, & u_{14} \\ u_{12}, & u_{22}, & u_{23}, & u_{24} \\ u_{13}, & u_{23}, & u_{33}, & u_{34} \\ u_{14}, & u_{24}, & u_{34}, & u_{44} + i\omega R l \end{vmatrix}}$$

oder

$$Q_4 = \frac{l(\mathfrak{E}_1\Delta_{14} - \mathfrak{E}_2\Delta_{24})}{u_{14}\Delta_{14} + u_{24}\Delta_{24} + u_{34}\Delta_{34} + (u_{44} + i\omega R l)\Delta_{44}}.$$

Nachdem

$$\mathfrak{J}_4 = -i\omega Q_4$$

und

$$\mathfrak{V}_4 = -i\omega R Q_4$$

ist, sind alle Größen bestimmt.

Ist die Schwachstromleitung isoliert, also $R = \infty$, so erhält man die Leerlaufspannung

$$\mathfrak{V}_{04} = -\frac{\mathfrak{E}_1\Delta_{14} - \mathfrak{E}_2\Delta_{24}}{\Delta_{44}}.$$

Ist die Schwachstromleitung geerdet, also $R = 0$ so erhält man die Kurzschlußstromstärke

$$\mathfrak{J}_{04} = \frac{-i\omega l(\mathfrak{E}_1\Delta_{14} - \mathfrak{E}_2\Delta_{24})}{u_{14}\Delta_{14} + u_{24}\Delta_{24} + u_{34}\Delta_{34} + u_{44}\Delta_{44}}.$$

Für die Effektivwerte ergeben sich dann in der reellen Form die Ausdrücke

$$V_{04} = \frac{E\sqrt{\Delta_{14}^2 + \Delta_{24}^2 + \Delta_{14}\Delta_{24}}}{\Delta_{44}} \text{ V}$$

und

$$J_{04} = \frac{\omega l E\sqrt{\Delta_{14}^2 + \Delta_{24}^2 + \Delta_{14}\Delta_{24}}}{u_{14}\Delta_{14} + u_{24}\Delta_{24} + u_{34}\Delta_{34} + u_{44}\Delta_{44}} \cdot \frac{1}{9\times 10^6} \text{ A}.$$

Bei Erdschluß der Drähte 1 und 2 erhalten wir analoge Ausdrücke.

Nachdem $\frac{\mathfrak{V}_4}{\mathfrak{V}_{04}}$ und $\frac{\mathfrak{J}_4}{\mathfrak{J}_{04}}$ wiederholt zwei veränderliche, gegeneinander senkrecht stehende Vektoren sind, deren Summe

$$\frac{\mathfrak{V}_4}{\mathfrak{V}_{04}} + \frac{\mathfrak{J}_4}{\mathfrak{J}_{04}} = 1$$

ist, so kann man die Effektivwerte V_4 und J_4 aus den bekannten Größen V_{04} und J_{04} auf bereits bekannte Art bestimmen.

Sind die Drähte der Starkstromleitung gekreuzt, so ist

$$u_{11} = u_{22} = u_{33} = \frac{u_{11} + u_{22} + u_{33}}{3} = u_{11}',$$

$$u_{12} = u_{13} = u_{23} = \frac{u_{12} + u_{13} + u_{23}}{3} = u_{12}''$$

und

$$u_{14} = u_{24} = u_{34} = \frac{u_{14} + u_{24} + u_{34}}{3} = u_{14}''.$$

Digitized by Google

Für die Leerlaufspannung und die Kurzschlußstromstärke erhalten wir dann

$$V_{04}^{\times} = \frac{\sqrt{3}\,E\,u_{14}'}{u_{11}' + 2\,u_{12}'}$$

und

$$J_{04}^{\times} = \frac{\omega\,l\sqrt{3}\,E\,u_{14}'}{(u_{11}' + 2\,u_{12}')\,u_{44} - 3\,u_{14}'^{2}} \cdot \frac{1}{9\times 10^{6}}.$$

Die Resultate unserer drei praktischen Beispiele sind nachstehend angeführt:

Beispiel		1	2	3
Leerlaufspannung V_{04} bei Erdschluß des Drahtes	1	2990,	2660,	2180 V
	2	2820,	2730,	2300 V
	3	3320,	2990,	2620 V
Mittelwert		3040,	2790,	2360 V
Leerlaufspannung $V_{04}^{\times}$ bei Erdschluß eines Drahtes der gekreuzten Leitung		3040,	2790,	2360 V.

Man sieht, daß die Mittelwerte der Spannungen bei ungekreuzten Leitungen und die Leerlaufspannungen bei gekreuzten Leitungen fast genau gleich sind. In den praktischen Fällen genügt für die Beurteilung der Gefährlichkeit der induzierten Spannungen die Kenntnis der Mittelwerte, die wir mit Hilfe der einfachen Gleichungen für die gekreuzte Leitung berechnen können.

Die Kurzschlußstromstärke in dem ersten Beispiel ist

$$J_{04}^{\times} = 0{\cdot}305\ \text{A}.$$

Berührt ein Mensch (2000 Ω) die sonst isolierte Schwachstromleitung, so erhält er eine Spannung $V_4^{\times} = 600$ V und wird von einer Stromstärke 0·300 A durchflossen.

Influenzwirkung einer Drehstromleitung auf eine Doppelleitung.

Wie in dem vorherigen Falle, wird es sich auch hier um die Bestimmung der Spannung handeln, welcher ein die Schwachstromleitung berührender Mensch im ungünstigsten Falle ausgesetzt ist sowie der Stromstärken, die durch die eingeschalteten Apparate fließen. Nachdem die Drähte der Telephonleitungen, die fast ausschließlich in Betracht kommen, immer gekreuzt sind, sind die Potentiale der beiden Drähte, solange die Symmetrie in elektrischer Hinsicht nicht gestört ist, gleich und durch die Telephonapparate geht kein Strom. Sobald aber einer der Schwachstromdrähte Erdschluß hat, so entstehen Ausgleichströme, die unter Umständen jede Verständigung unmöglich machen.

Der ungünstigste Fall tritt ein, wenn einer der Drähte (zum Beispiel 4) gegen Erde vollkommen isoliert ist, also $R_4 = \infty$, wobei der zweite mit der Erde direkt verbunden ist ($R_5 = 0$). Die Berührungsspannung erreicht dagegen den Höchstwert, wenn die Drähte 4 und 5 gegen Erde isoliert ($R_4 = R_5 = \infty$) miteinander jedoch direkt verbunden sind ($R_{45} = 0$) Vorläufig wollen wir aber einen allgemeinen Fall behandeln, und zwar unter der Voraussetzung, daß die Leitung 4 gegen Erde isoliert ist ($R_4 = \infty$) und R_{45} und R_5 induktionsfreie Widerstände sind.

Für die unbekannten Potentiale und Ladungen der einzelnen Drähte können wir dann, einen tadellosen Isolationszustand der Starkstromleitung vorausgesetzt, folgende 10 Gleichungen schreiben:

$$\begin{aligned}
l\,\mathfrak{V}_1 &= u_{11}Q_1 + u_{12}Q_2 + u_{13}Q_3 + u_{14}Q_4 + u_{15}Q_5,\\
l\,\mathfrak{V}_2 &= u_{12}Q_1 + u_{22}Q_2 + u_{23}Q_3 + u_{24}Q_4 + u_{25}Q_5,\\
l\,\mathfrak{V}_3 &= u_{13}Q_1 + u_{23}Q_2 + u_{33}Q_3 + u_{34}Q_4 + u_{35}Q_5,\\
l\,\mathfrak{V}_4 &= u_{14}Q_1 + u_{24}Q_2 + u_{34}Q_3 + u_{44}Q_4 + u_{45}Q_5,\\
l\,\mathfrak{V}_5 &= u_{15}Q_1 + u_{25}Q_2 + u_{35}Q_3 + u_{45}Q_4 + u_{55}Q_5,\\
\mathfrak{V}_1 - \mathfrak{V}_2 &= \mathfrak{E}_1, \quad \mathfrak{V}_2 - \mathfrak{V}_3 = \mathfrak{E}_2,\\
\mathfrak{V}_4 - \mathfrak{V}_5 &= -i\,\omega\,R_{45}\,Q_4,\\
\mathfrak{V}_5 &= -i\,\omega\,R_5\,(Q_4 + Q_5)
\end{aligned}$$

und

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0.$$

Wenn wir wieder die Potentiale eliminieren und für die gekreuzte Schwachstromleitung

$$u_{15} = u_{14},\ u_{25} = u_{24},\ u_{35} = u_{34} \text{ und } u_{55} = u_{44}$$

setzen, so erhalten wir folgende 5 Gleichungen:

$$\begin{aligned}
(u_{11} - u_{12})\,Q_1 + (u_{12} - u_{22})\,Q_2 + (u_{13} - u_{23})\,Q_3 + (u_{14} - u_{24})\,Q_4 + (u_{14} - u_{24})\,Q_5 &= l\,\mathfrak{E}_1\\
(u_{12} - u_{13})\,Q_1 + (u_{22} - u_{23})\,Q_2 + (u_{23} - u_{33})\,Q_3 + (u_{24} - u_{34})\,Q_4 + (u_{24} - u_{34})\,Q_5 &= l\,\mathfrak{E}_2\\
u_{14}\,Q_1 + u_{24}\,Q_2 + u_{34}\,Q_3 + (u_{45} + i\,\omega\,R_5\,l)\,Q_4 + (u_{44} + i\,\omega\,R_5\,l)\,Q_5 &= 0,\\
(u_{44} - u_{45} + i\,\omega\,R_{45}\,l)\,Q_4 + (u_{45} - u_{44})\,Q_5 &= 0,\\
Q_1 + Q_2 + Q_3 &= 0.
\end{aligned}$$

Daraus ergibt sich

$$Q_5 = \frac{\begin{vmatrix}
u_{11} - u_{12}, & u_{12} - u_{22}, & u_{13} - u_{23}, & u_{14} - u_{24}, & l\,\mathfrak{E}_1\\
u_{12} - u_{13}, & u_{22} - u_{23}, & u_{23} - u_{33}, & u_{24} - u_{34}, & l\,\mathfrak{E}_2\\
u_{14}, & u_{24}, & u_{34}, & u_{45} + i\,\omega\,R_5\,l, & 0,\\
0, & 0, & 0, & u_{44} - u_{45} + i\,\omega\,R_{45}\,l, & 0\\
1, & 1, & 1, & 0, & 0
\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}
u_{11} - u_{12}, & u_{12} - u_{22}, & u_{13} - u_{23}, & u_{14} - u_{24}, & u_{14} - u_{24}\\
u_{12} - u_{13}, & u_{22} - u_{23}, & u_{23} - u_{33}, & u_{24} - u_{34}, & u_{24} - u_{34}\\
u_{14}, & u_{24}, & u_{34}, & u_{45} + i\,\omega\,R_5\,l, & u_{44} + i\,\omega\,R_5\,l\\
0, & 0, & 0, & u_{44} - u_{45} + i\,\omega\,R_{45}\,l, & u_{45} - u_{44}\\
1, & 1, & 1, & 0, & 0
\end{vmatrix}}$$

Weiter ist

$$Q_4 = \frac{u_{44} - u_{45}}{u_{44} - u_{45} + i\,\omega\,R_{45}\,l}\,Q_5,$$

$$\mathfrak{J}_{45} = -i\,\omega\,Q_4,\ \mathfrak{J}_5 = -i\,\omega\,(Q_4 + Q_5),$$

$$\mathfrak{V}_{45} = \mathfrak{V}_4 - \mathfrak{V}_5 = \mathfrak{J}_{45}\,R_{45} = -i\,\omega\,Q_4\,R_{45}$$

$$\mathfrak{V}_5 = \mathfrak{J}_5\,R_5 = -i\,\omega\,(Q_4 + Q_5)\,R_5.$$

Alle in Betracht kommenden Größen sind daher bestimmt.

Für $R_5 = \infty$, ergibt sich für die Leerlaufspannung $\mathfrak{V}_{05}$ derselbe Ausdruck wie bei der einfachen Leitung, nämlich

$$\mathfrak{V}_{05} = -\frac{\mathfrak{E}_1\,\Delta_1' + \mathfrak{E}_2\,\Delta_2'}{\Delta_3'};$$

man kann daher die für die Einfachleitung abgeleitete Näherungsformel auch hier ohneweiters anwenden. Denselben Wert würde man aus den Grundgleichungen auch für $\mathfrak{V}_{04}$ erhalten. Die Leerlaufspannungen $\mathfrak{V}_{04}$ und $\mathfrak{V}_{05}$ sind gleich und von dem Widerstande R_{45} unabhängig, wie auch zu erwarten war.

Wenn wir weiters die Kurzschlußstromstärke $\mathfrak{J}_{05}$ (für $R_5 = 0$) bestimmen und die Quotienten $\frac{\mathfrak{V}_5}{\mathfrak{V}_{05}}$ und $\frac{\mathfrak{J}_5}{\mathfrak{J}_{05}}$

Digitized by Google

bilden, so finden wir wiederholt, daß dieselben gegeneinander senkrecht stehen und daß die Summe

$$\frac{\mathfrak{V}_5}{\mathfrak{V}_{05}} + \frac{\mathfrak{J}_5}{\mathfrak{J}_{05}} = 1$$

ist.

Diese Beziehung gilt für jeden Widerstand R_{45}, also auch für $R_{45} = 0$, das ist für den Fall, in welchem die Berührungsspannung ihren höchsten Wert erreicht. In diesem Falle ist

$$Q_{05}^0 = Q_{04}^0 = \frac{l(\mathfrak{E}_1 \Delta_1' + \mathfrak{E}_2 \Delta_2')}{2(u_{14} - u_{24})\Delta_1' + 2(u_{24} - u_{34})\Delta_2' + (u_{44} + u_{45})\Delta_3'}$$

und

$$\mathfrak{J}_{05}^0 = -i\omega . 2 Q_{05}^0.$$

Die Effektivwerte der Berührungsspannung und des Berührungsstromes ergeben sich wieder aus den Gleichungen

$$V_5 = V_{05} \sin\alpha \text{ und } J_5 = J_{05}^0 \cos\alpha,$$

wobei

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{R_5 J_{05}^0}{V_{05}}$$

ist.

Hiemit wäre der erste Teil der Aufgabe gelöst, es würde sich nur noch um die Bestimmung des durch die Apparate fließenden Stromes handeln, und zwar für den Fall, daß einer der Schwachstromdrähte (zum Beispiel 5) Erdschluß hat, also $R_5 = 0$ ist.

Die Kurzschlußstromstärke ist in diesem Falle ($R_{45} = 0$)

$$\mathfrak{J}_{45}^0 = -i\omega Q_{04}^0 = \frac{-i\omega l(\mathfrak{E}_1 \Delta_1' + \mathfrak{E}_2 \Delta_2')}{2(u_{14} - u_{24})\Delta_1' + 2(u_{24} - u_{34})\Delta_2' + (u_{44} + u_{45})\Delta_3'},$$

die Leerlaufspannung ($R_{45} = \infty$)

$$\mathfrak{V}_{45}^0 = \frac{-(u_{44} - u_{45})(\mathfrak{E}_1 \Delta_1' + \mathfrak{E}_2 \Delta_2')}{(u_{14} - u_{24})\Delta_1' + (u_{24} - u_{34})\Delta_2' + u_{44}\Delta_3'}.$$

Aus den Werten V_{45}^0 und J_{45}^0 erhalten wir wieder auf bereits bekannte Weise die Effektivwerte von V_{45} und J_{45} für jeden beliebigen Widerstand R_{45}.

Die abgeleiteten Formeln sind insgesamt sehr einfach, man kann sie aber noch weiter vereinfachen. In den praktischen Fällen finden wir nämlich, daß die Zahlenwerte von $2(u_{14} - u_{24})\Delta_1' + 2(u_{24} - u_{34})\Delta_2'$ und

$$(u_{14} - u_{24})\Delta_1' + (u_{24} - u_{34})\Delta_2'$$

gegen $(u_{44} + u_{45})\Delta_3'$ bezw. gegen $u_{44}\Delta_3'$ unbeschadet der Genauigkeit vernachlässigt werden können. Unter dieser Annahme erhalten wir folgende Gleichungen:

$$Q_{05}^0 = Q_{04}^0 = \frac{l(\mathfrak{E}_1 \Delta_1' + \mathfrak{E}_2 \Delta_2')}{(u_{44} + u_{45})\Delta_3'} = -\frac{l\mathfrak{V}_{05}}{u_{44} + u_{45}},$$

$$J_{05}^0 = \frac{2\omega l V_{05}}{u_{44} + u_{45}} \cdot \frac{1}{9 \times 10^6},$$

$$J_{45}^0 = \frac{1}{2} J_{05}^0$$

und

$$V_{45}^0 = \frac{u_{44} - u_{45}}{u_{44}} V_{05}.$$

Für die in der Abb. 8 dargestellten Leitungen ergeben sich folgende Resultate

$$V_{05} = 300\,V,\ J_{05}^0 = 0{\cdot}0406\,A,\ V_{45}^0 = 164\,V$$

und

$$J_{45}^0 = 0{\cdot}0203\,A\ (E = 30\,000\,V,\ l = 50\,km,\ \omega = 50).$$

Berührt ein Mensch (2000 Ω) die Fernsprechleitung, so erhält er die Spannung $V_5 = 78\,V$ und die Stromstärke $J_5 = 0{\cdot}039\,A$. Die Berührungsspannung ist in diesem Falle größer als bei der einfachen Schwachstromleitung, was dadurch erklärt wird, daß die beiden Leitungen in diesem Falle durch eine größere Kapazität verkettet sind.

Sind an den beiden Enden der Schwachstromleitung Fernsprechapparate vom Ohmschen Widerstande 1000 Ω eingeschaltet, so ist der resultierende Widerstand $R_{45} = 500\,\Omega$. Durch die beiden Apparate fließt dann eine Stromstärke

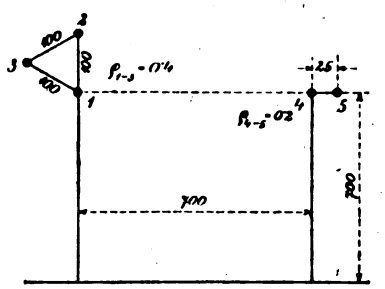


Abb. 8.

$$J_{45} = 0{\cdot}0203\,A,$$

so daß auf jeden Apparat zirka 0·0102 A entfällt. Die Spannungsdifferenz zwischen den Drähten der Schwachstromleitung beträgt in diesem Falle $V_{45} = 10{\cdot}2\,V$. Wie man sieht, stimmt J_{45} mit J_{45}^0 ziemlich genau überein. Zu demselben Resultate gelangen wir auch in dem Falle, wenn wir die Induktivität der Fernsprechapparate berücksichtigen. Da der Ohmsche Widerstand der Fernsprechapparate in der Regel nur einige Hundert Ohm beträgt und der Selbstinduktionskoeffizient verhältnismäßig klein ist (0·5 ÷ 1 H), wird für die Grundperiode der resultierende scheinbare Widerstand der Apparate immer nur einige Hundert Ohm betragen, so daß wir in allen praktischen Fällen ganz gut $J_{45} = J_{45}^0$ setzen können. Für eine höhere Periodenzahl müßte man die für die einfache Leitung angegebene Gleichung benutzen.

Der eben erwähnte Umstand hat wieder zur Folge, daß die für den ungünstigsten Fall ($R_{45} = 0$) ermittelte Berührungsspannung gleichzeitig auch die Berührungsspannung für den normalen Betriebsfall, bei dem in die Leitung die üblichen Fernsprechapparate eingeschaltet sind, angibt.

Schließlich werden wir noch den Fall untersuchen, daß einer der Starkstromdrähte mit der Erde verbunden ist. Wie bereits bei der Behandlung der einfachen Leitung konstatiert wurde, sind die Mittelwerte der induzierten Spannungen bezw. Stromstärken den durch eine gekreuzte Drehstromleitung induzierten fast genau gleich. Es genügt daher vollständig, wenn wir die Leerlaufspannung und die Kurzschlußstromstärke für den letzteren Fall bestimmen. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich die Leerlaufspannung

$$V_{04}^{\times} = V_{05}^{\times} = \frac{\sqrt{3} E u_{14}'}{u_{11}' + 2u_{12}'}$$

und die Kurzschlußstromstärke

$$J_{05}^{0\times} = \frac{2\omega l \sqrt{3} E u_{14}'}{(u_{44} + u_{45})(u_{11}' + 2u_{12}') - 6u_{14}'^2} \times \frac{1}{9 \times 10^6}.$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen erhalten wir in unserem Beispiele $V_{05}^{\times} = 2990\,V$ und $J_{05}^{0\times} = 0{\cdot}414\,A$.

Die Berührungsspannung beträgt für $R_5 = 2000\,\Omega$, $V_5^{\times} = 798\,V$ und die zugehörige Stromstärke

$$J_5^{\times} = 0{\cdot}399\,A.$$

Der durch die beiden Fernsprechapparate bei Erdschluß eines Schwachstromdrahtes fließende Gesamtstrom ist $J_{45}^{\times} = \frac{1}{2} J_{05}^{0\times} = 0{\cdot}207\,A$.

Digitized by Google

Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung.

In Ergänzung meiner Ausführungen gelegentlich der Diskussion über obiges Thema*), die sich auf das gesprochene Wort bezogen, sehe ich mich mit Rücksicht auf die inzwischen in Druck erschienenen Ausführungen des Herrn Direktor Rosshaendler veranlaßt, mich nochmals damit zu befassen**).

Ich habe in meinem Vortrag***) die Zahlen wiedergegeben, die den gemachten langjährigen praktischen Erfahrungen entsprechen und gehöre gewiß selbst zu jenen, die es immer nur bedauerten, wenn ein Wasserkraftprojekt aus Gründen der ungenügenden Wirtschaftlichkeit zurückgestellt werden mußte. Ich habe ja gerade ausdrücklich die Hoffnung ausgesprochen, daß dies nach dem Kriege anders werden wird und damit es sicher anders wird, die ausgiebige Unterstützung des Staates, durch Steuerbegünstigung usw. angesprochen. Eine solche Unterstützung verlangt ja auch Herr Direktor Rosshaendler. Wenn man aber den Beweis erbringen will, daß die Wasserkräfte im allgemeinen wirtschaftlicher sind, wie die kalorischen Werke, so würde dem Verlangen nach staatlicher Hilfe doch der Boden entzogen werden. Man sollte also meinen, daß nach dem Gesagten im ersten Teile meines Vortrages sich nur Gemeinsames mit Herrn Direktor Rosshaendler ergibt, aber nichts Trennendes.

In meiner Rahmenrechnung verglich ich eine kalorische mit einer hydraulischen Anlage und errechnete für beide die Gestehungskosten pro kWh bei einer 3000stündigen Ausnutzung, wobei ich die übliche Trennung in feste und bewegliche Auslagen vornahm. Die Sätze der festen Auslagen von 10% für hydraulische und 15% für kalorische sind natürlich auch nicht ganz starr, zur Vereinfachung der Rechnung aber nahm ich keine weitergehende Zerlegung vor als in feste Auslagen und die Kosten der Betriebsmaterialien. Diese festen Auslagen von 10 bezw. 15% werden auch von Herrn Direktor Rosshaendler in seine Rechnungen übernommen, wobei er sie in diesem Falle als „Betriebsfaktor" bezeichnet. In seinem Vortrage†) wählt er die gleiche Bezeichnung für die perzentuellen Gesamteinnahmen.

Anlagekapital, Benutzungsdauer und Kosten der Betriebsmaterialien bilden das Kriterium der Wirtschaftlichkeit; da mein Vortrag ja in einer Fachgruppe stattfand, so war für meine Rahmenrechnung sicherlich jeder Fachmann durch die drei Zahlen vollkommen unterrichtet. Es ist also nicht „dürftiges Ziffernmaterial", sondern es sind grundlegende Zahlenwerte gewesen.

Meiner ganz allgemein gehaltenen Rahmenrechnung glaubte Herr Direktor Rosshaendler ein besonderes Beispiel — und zwar aus der Praxis — gegenüberstellen zu sollen und wählte sein eigenes Wasserkraftwerk an der Drau. Unter Zugrundelegung eines Betrages von K 800 Anlagekapital pro installiertes kW und bei einer Benutzungsdauer von 3000 h errechnet er richtig den Preis der kWh mit 4·2 Heller; dieser Preis aber ist zu vergleichen mit der von mir für die gleiche Benutzungsdauer errechneten Zahl von 3·75 Heller für kalorische Erzeugung (Ausgaben K 3 375 000 für 90 Mill. kWh). Es ist also durch die Zahlen Direktor Rosshaendlers selbst — und zwar auch für das von ihm selbst gewählte Beispiel — der Beweis erbracht, daß bei 3000stündiger Benutzungsdauer die kalorische Anlage wirtschaftlich günstiger arbeitet als die hydraulische, wie ich behauptet habe.

Mit steigender Benutzungsdauer verschiebt sich die Wirtschaftlichkeit selbstverständlich immer mehr zugunsten der hydraulischen Anlage und ich habe in meinen früheren Ausführungen ausdrücklich bemerkt, „es seien besondere Fälle einer erhöhten Ausnutzung, wie sie einzelne Industrien und besonders die elektrochemischen aufweisen, ausgeschaltet; ebenso Wasserkraftanlagen, die infolge ihrer günstigen Lage mit geringeren Kapitalskosten belastet sind, da ja hier nur das durchschnittliche allgemeine Bild festgehalten werden soll".

Daran muß man sich erinnern, wenn Direktor Rosshaendler nachträglich noch eine zweite Rechnung aufstellt, in der er außer den 90 Mill. kWh, die der 3000stündigen Benutzungsdauer entsprechen, noch die Abgabe von weiteren 80 Mill. kWh für elektrochemische Industrien in Rechnung stellt, denn das Ergebnis dieser Rechnung ist selbstverständlich ein ganz anderes, weil hiebei eben die Benutzungsdauer weit über 3000 Stunden gehoben wurde, und zwar wie folgt:

In der ersten Rechnung des Herrn Direktor Rosshaendler steht ein Maximum von 30 000 kW mit 3000 h Benutzungsdauer, das sind 90 Mill. kWh; nun sollen noch 80 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke hinzugenommen werden, also eine Mehrleistung von 10 000 kW mit einer Benutzungsdauer von 8000 h, wie sie elektrochemischen Betrieben entspricht. Das Gesamtmaximum beträgt also jetzt 30 000 kW + 10 000 kW = 40 000 kW und die gesamten erzeugten kWh sind 90 000 000 + 80 000 000 = 170 000 000 kWh; somit ist die Benutzungsdauer eben $\frac{170\,000\,000}{40\,000} = 4250$ h und nicht mehr 3000 h. Mit der steigenden Benutzungsdauer tritt ganz natürlich die hydraulische Anlage in den Vordergrund, denn es ist ja eine selbstverständliche Tatsache, daß die hydraulischen Anlagen, abgesehen von ihrem volkswirtschaftlichen Wert, der immer bestehen bleibt, auch wirtschaftlich um so höher anzuschlagen sind, je größer ihre Benutzungsdauer wird. Wenn man also Energie für eine elektrochemische Industrie, wie es Direktor Rosshaendler annimmt, von 80 Mill. kWh neben den 90 Mill. kWh verkauft, dann muß der Einheitspreis der kWh, der sich jetzt aus einer Benutzungsdauer von 4250 h ergibt, natürlich niedriger sein, und zwar von 4·2 Heller auf 2·9 Heller sinken. Bei 3000stündiger Benutzungsdauer aber würden sich bei einer Stromerzeugung von 90 Mill. kWh, unter Zugrundelegung meiner Zahlenwerte, für die kalorische Anlage eine jährliche Gesamtausgabe von K 3 375 000 ergeben, also für die kWh ein Gestehungspreis von 3·75 Heller gegenüber 4·2 Heller, nach Direktor Rosshaendler hydraulisch erzeugt.

Denn auch der von mir angesetzte Betrag von K 2 025 000 für Kohle, Schmier- und Putzmaterial, das sind 2·25 Heller für die kWh, bleibt nach der Entgegnung Direktor Rosshaendlers vollkommen richtig. Dort hat er auf das Elektrizitätswerk der Stadt Wien hingewiesen, das 3 Heller ausgibt; ich hielt dieser Behauptung die Statistik der Wiener Werke entgegen, die meine Ansätze vollkommen rechtfertigt. Um seine Zahlen zu stützen, muß nun Direktor Rosshaendler auf das Jahr 1911 (!) zurückgehen und da die Kohlenausgabe des Großkraftwerkes in Simmering sogar schon vor 7 Jahren nur 2·91 Heller betrug, so muß der ungünstige Wert der Zentrale Engerthstraße, der u. a. durch die Notwendigkeit der Kohlenzufuhr per Achse verursacht war, mit herhalten, um Herrn Direktor Rosshaendler erklären zu lassen, die Zahlen der Stadt Wien betrügen 3·26 Heller und er habe nur mit 3 Heller gerechnet. Jedermann muß mit mir der Ansicht sein, daß das Jahr 1911, wofür diese Zahlen galten, doch allzuweit zurückliegt, wie andererseits die 4250 h zu sehr von dem Wert von 3000 entfernt liegen, als daß dadurch die ganze Rechnung nicht verschoben würde.

Ich habe diese Richtigstellung hier eingehender vorgenommen, damit auch der Nichtspezialfachmann zu einem selbständigen Urteil gelangen kann, wenn er Rede und Gegenrede nunmehr nachliest.

In meinem Vortrag unterschied ich: die Wertschätzung der Wasserkräfte vor dem Krieg und nach dem Krieg und aus der Vergleichsrechnung ergibt sich eben die von mir gezogene Schlußfolgerung, die, entgegen der Auffassung Direktor Rosshaendlers, durchaus keinen theoretischen sondern sehr praktischen Wert hat; ich folgere ja daraus die Notwendigkeit einer Steuerbegünstigung und dgl. Auch Direktor Rosshaendler verlangt ja, wie sein Resolutionsentwurf*) zeigte, solche Begünstigungen; dieses Verlangen wird eben durch das von mir aus der Praxis entnommene Zahlenmaterial begründet.

Gelegentlich meiner Vergleichsrechnung, die bei einer Benutzungsdauer von 3000 h zugunsten der kalorischen Anlage ausfällt, erwähnte ich nebenher, „dazu kommt, daß das aufzuwendende Kapital größer ist, es beträgt das Drei- bis Vierfache des für die Dampfanlage Nötigen", und an anderer Stelle spreche ich die Befürchtung aus, daß die große Kapitalsbeschaffung als solche Belastung empfunden werden könnte, daß selbst bei gebesserter Wirtschaftlichkeit der hydraulischen Anlage, der Weg zur kalorischen gewählt werden könnte.

Es ist also nicht zutreffend, wenn Direktor Rosshaendler sagt, ich habe in meinen früheren Erörterungen „wiederholt hervorgehoben, daß kalorische Anlagen schon mit Rücksicht auf ihre geringen Kapitalskosten den hydraulischen überlegen wären", denn es wird dadurch eine Tatsache, die ich als nur nebenbei auch noch bestehend mit „dazu kommt" bezeichnet habe, zu einem Hauptargument umgewertet.

Hätte Direktor Rosshaendler irgendwo gesagt, daß er aus den Drauwerken nach Wien Energie liefern kann, die mit dem Selbstkostenpreis der städtischen Werke in Wettbewerb treten kann, so hätte ich dies nicht öffentlich bestritten, da ich ja seine Anlagen, seine Belastungs- und Ausnutzungsverhältnisse nicht kenne, ich hätte also angenommen, daß sie eben solche sind, daß ihm dies möglich ist; aber bei einer Benutzungsdauer seiner Anlage von 3000 h wäre dies nach den von ihm selbst gemachten Angaben eben nicht möglich. Die Grundlage der Diskussion muß festgehalten werden, sonst spricht man aneinander vorbei. Meine Wirtschaftlichkeits-Vergleichsrechnung bezog sich auf eine 3000stündige Ausnutzung; Herr Direktor Rosshaendler wollte sie durch das

*) E. u. M. 1918, Heft 11, Seite 129.
**) E. u. M. 1918, Heft 11, Seite 126.
***) E. u. M. 1918, Heft 9, Seite 101 ff.
†) Siehe E. u. M. 1917, Heft 51.

*) Z. Öst. Ing. u. Arch.-Ver. 1918, S. 175.

Digitized by Google

aus der Praxis entlehnte Beispiel widerlegen und dies konnte nur geschehen, indem er eben die Benutzungsdauer über diesen Wert hinaufgesetzt hat.

Aus mir will er mit eingestreuten Bemerkungen aber auch einen förmlichen Gegner der Wasserkraftnutzung machen, obwohl ich ausdrücklich betont habe, daß das volkswirtschaftliche Interesse es dringend erheischt, die Wasserkräfte auszubauen. Ich darf dies wohl einfach übergehen; ich verlange ja doch selbst den Ausbau der Donaukraftwerke, gerade darin aber dürfte ja die Gegnerschaft Direktor Rosshaendlers eine Erklärung finden.

Vor kurzem erhielt ich die interessante Schrift des bekannten Ing. Hallinger in München, in der die Erschließung und Verwertung der großen Niederdruckwasserkräfte in Südbayern propagiert wird; er schreibt u. a.:

„Infolge Steigerung der Löhne und der Preise für die Materialien wachsen die Gestehungskosten der Wasserkraftanlagen Es steigen andererseits zwar ständig auch die Preise der Kohlen und der sonstigen Betriebsstoffe der Dampfanlagen. Allein die Statistik lehrt, daß die Fortschritte auf dem Gebiete der Technik trotz der steigenden Löhne und der steigenden Kohlenpreise ein ständiges Sinken der Betriebskosten moderner Dampfanlagen mit sich bringen. Es besteht kein Grund anzunehmen, daß ein weiteres Sinken in der Zukunft ausgeschlossen sein soll. Der Dampfkraft kommt dann noch zugute, daß deren Anlagen mit verhältnismäßig geringem Kapitalsaufwand ohne weiteres und in kurzer Zeit errichtet werden können, während der Ausbau der Wasserkräfte lange Verhandlungen und großen Kapitalsaufwand erfordert. Die Dampfkraft kann der Menge der absusetzenden Erzeugnisse angepaßt arbeiten, bei der Wasserkraft ist dies weniger der Fall. Bei dieser muß sich die Erzeugung der vorhandenen Kraft anpassen ohne Rücksicht auf die jeweiligen Absatzverhältnisse. Aus all dem geht hervor, daß die Dampfanlagen den Niederdruckwasserkräften überlegen sein würden, wenn für deren Erschließung Mk. 500 oder 600 für 1 PS angelegt werden müssen."

Klingt das nicht ähnlich meinen Behauptungen? Es kann ja auch nicht anders sein und jeder parteilose ernste Fachmann wird sich zu meinen Ausführungen, die gegen keine Person und keine Sache eine Spitze enthalten haben, bekennen.

Ist es jemandem eingefallen, Hallinger, weil er als ernster Ingenieur die Wahrheit ungescheut ausspricht, zum Gegner von Wasserkraftanlagen stempeln zu wollen?

Gegen das Donauprojekt geht der Kampf und ich muß im Interesse dieses großen Projektes nochmals die dagegen vorgebrachten Einwände untersuchen unter Zugrundelegung der heutigen Sachlage.

In seinem Vortrag vom 8. November 1917 führt Direktor Rosshaendler an:

„Im allgemeinen haben sich die Schiffahrtsinteressenten, wie dies aus der Denkschrift „Wien und Donau" ersichtlich ist, gegen den Einbau von Stauwehren in der Donau ausgesprochen, und während der Zeit, die verstreicht für die Studien, die nötig sind, um die vielfachen Fragen und Wechselbeziehungen zwischen Schiffahrt und Wasserkraftnutzung klarzulegen, werde voraussichtlich das durch Direktor Rosshaendler vertretene ungarische Projekt zur Ausführung gelangen und erst die dabei zu machenden Erfahrungen würden gestatten, die wichtige Frage der Nutsbarmachung der Donauwasserkräfte ernstlich zu prüfen und einheitlich zu lösen. Für die Übergangswirtschaft würde die Zeit aber hiezu nicht mehr ausreichen und so käme die Nutzbarmachung der Donauwasserkräfte für diese Zeit nicht mehr in Frage."

Es genügte die kurze Spanne Zeit von vier Monaten nach diesem Vortrage, um Tatsachen zu schaffen, die mit den vorgetragenen Worten in einem für die Donaukraftnutzung hocherfreulichen Gegensatz stehen: In der wasserrechtlichen Verhandlung über das Donauprojekt, die Ende Februar stattfand*), bewiesen die Vertreter der Schiffahrtsinteressen, daß sie Weitblick und volles Verständnis für die Forderungen der Gegenwart haben, das Projekt erfuhr daher von dieser Seite keine Belastung, die über Bekanntes und bereits Zugestandenes hinausgeht und die Schiffahrt bildet nicht das geringste Hindernis mehr für die Donauwasserkraftnutzung. Daß die erste Studie ungenügend durchgearbeitet war, kann heute nicht mehr interessieren; die wesentliche Tatsache ist, daß die wasserrechtliche Verhandlung, die am 10. März ihren Abschluß fand, sich auf ein Projekt bezog, das gestattete, die Kommissionierung durchzuführen und in den Verhandlungen die Grundlage für die Konzessionserteilung zu gewinnen, die schon in den nächsten Wochen erfließen wird. Also auch der Satz in den Ausführungen Direktor Rosshaendlers: „wenn es somit zu einer wasserrechtlichen Verhandlung auch kommen sollte, so ist keineswegs damit gesagt, daß es zu einer Konzessionierung kommen wird" ist durch die so rasch eingetretenen Tatsachen widerlegt. Zur wasserrechtlichen Verhandlung ist es gekommen und bei ihrem glatten Verlauf ist die Konzessionierung nur mehr eine Frage von wenigen Wochen.

Direktor Rosshaendler sagt weiter: „wenn es selbst zu einer Konzessionierung kommen sollte, so erscheint die Wirtschaftlichkeit der Anlage fraglich. Ich befasse mich deshalb gar nicht mit den Einwendungen gegen die Erstellung eines Stauwehres, sondern lediglich mit der Wirtschaftlichkeit".

Ich hoffe, daß die Raschheit der Ereignisse auch diesen Einwand, wie die beiden anderen, entkräften wird, muß mich aber nochmals bei dem Kapitel aufhalten.

Ich habe in meinen Ausführungen vom 3. Jänner d. J. dargelegt, daß die Wirtschaftlichkeit der kalorischen Anlage bei einer 3000stündigen Benutzungsdauer sich günstiger stellte als der grobe Durchschnitt der sich bei uns vorfindenden Wasserkräfte. Ich habe zahlenmäßig nachgewiesen, daß die Kriegsereignisse eine erfreuliche Verschiebung zugunsten der hydraulischen Anlagen mit sich brachten und die Forderung ausgesprochen, daß, da die volks, wirtschaftlichen Interessen den Ausbau der Wasserkräfte verlangen- Steuerbegünstigungen u. dgl. gewährt werden, damit der Anreiz zum Ausbau der Wasserkräfte bestehen bleibe.

In meiner damaligen Rahmenrechnung habe ich mich aber durchaus nicht um die Wirtschaftlichkeit der Anlage in Faal an der Drau gekümmert, der ich den besten Erfolg wünsche. Direktor Rosshaendler erklärt hingegen, er wolle sich „lediglich mit der Wirtschaftlichkeit des Projektes", und zwar nicht seines, sondern des Projektes Wallsee beschäftigen.

Schiffahrt, Wehreinbau u. dgl. mehr berühren die öffentlichen Interessen und darüber entscheiden die Behörden und zuständigen Organe; die Wirtschaftlichkeit ist ein rein privates Interesse, wie gelegentlich der Wechselrede von anderer Seite richtig betont wurde und wenn die Wirtschaftlichkeit der Donauanlage wirklich geringer wäre als die der Drauanlagen, dann ist es eben ein um so größeres Verdienst des Kapitales um die Allgemeinheit, daß es sich damit bescheidet und auch der Männer, die an der Verwirklichung dieses Projektes arbeiten.

Bezüglich der Ausnutzung sei noch bemerkt:

Direktor Rosshaendler hat in seiner Vergleichsrechnung die Ausgaben für ein Drauwerk mit K 3 760 000 angegeben und dort den Preis einer kWh mit 2·9 Heller errechnet; dabei spricht er von 220 Mill. kWh Gesamtleistung des Drauwerkes, von welchen 90 Mill. kWh für Industriezwecke und 80 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke zur Ausnutzung gebracht werden. Dies entspricht also $\frac{(90 + 80) \times 100}{220} = 77\%$ Ausnutzung.

Für das Donaukraftwerk rechnet er mit einer Ausnutzung von 33% und wenn durch nachträgliche Hinzunahme von 200 Mill. kWh für elektrochemische Zwecke die Ausnutzung auch gehoben wird, so geschieht dies nur auf eine Höhe von 57%. Da die Wertschätzung der Energie für elektrochemische Zwecke an der Donau eine andere als an der Drau ist, wird der Preis der chemischen Industrie an der Donau natürlich höher sein dürfen als an der Drau; auch dieser Umstand wäre bei einem Vergleiche zum Vorteil der Donauwasserkräfte zu berücksichtigen.

Ich beschränke mich schließlich darauf, zu bemerken, daß ich meine ursprünglichen Angaben von 80 Mill. Kronen ausdrücklich als Baukosten vor dem Kriege bezeichnete; da nun aber infolge der Angriffe Direktor Rosshaendlers gezwungenerweise in Wirtschaftlichkeitsrechnungen eingegangen werden mußte, mußte ich natürlich die gesamten Anlagekosten und nicht mehr die reinen Baukosten zugrunde legen und für diese Rechnungen habe ich 100 Mill. Kronen angeführt.

Durch die in diesem Hefte, S. 376 enthaltenen Berichtigungen der Firma Locher und des Wallsee-Syndikates werden die von Direktor Rosshaendler gemachten bezüglichen Angaben hinfällig. Die berechtigte Unterscheidung zwischen reinen Baukosten und Anlagekosten ist in meiner ersten Erwiderung bereits gemacht, in der ich den Nachweis eines Gestehungspreises von 2·1 Heller pro kWh aus den Donaukraftwerken erbrachte.

Die Wertschätzung der elektrischen Energie an einer Wasserstraße, wie sie die Donau ist, ist ganz und gar nicht dieselbe wie die an der Drau. Der deutlichste Beweis ist das Interesse, das von Seite der elektrochemischen Industrien heute schon diesem Projekte entgegengebracht wird. Der Ausspruch, daß die Vorschläge „Wallsee" nur dann überhaupt diskutabel sind, wenn die Stadt Wien ihren gesamten Bedarf an elektrischer Energie aus Wallsee bestreitet, kann ebenso und wird auch hoffentlich ebenso wie die übrigen vorerwähnten Prophezeiungen des Gegners über Nacht durch Tatsachen umgestoßen werden, auf die natürlich hier nicht näher einzugehen ist.

Ing. Brock.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Anzeiger, Heft 7, S. 27.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrische Beleuchtung.

Über den Einfluß von künstlicher Beleuchtung auf das Wachstum von Pflanzen haben J. L. R. Hayden und C. P. Steinmetz Versuche angestellt. In einem Beete von 1·5 × 2·7 m wurden Bohnen gesät und in 90 cm Höhe fünf Glühlampen mit Gasfüllung zu je 500 W in 42 cm Abstand voneinander angebracht. Durch Reflektoren wurde dafür gesorgt, daß die Beete so ziemlich gleichmäßig beleuchtet waren. In einem zweiten kleineren Beet wurden unter den gleichen Verhältnissen Bohnen gesät, dieses Vergleichsbeet stand aber außerhalb des Einflusses der Lichtstrahlen. Die Versuche wurden von Dezember bis Februar durch 73 Tage hindurch fortgesetzt, durch 44 Tage brannten alle fünf Lampen Tag und Nacht, den Rest der Versuchszeit brannten nur zwei Lampen. Die Temperatur im Versuchsraum betrug 18 bis 20° C, sie war oberhalb des Versuchsbeetes um 2° höher. Durch regelmäßige Messungen und photographische Aufnahmen, die von Zeit zu Zeit angestellt wurden, konnte der Fortschritt des Wachstums kontrolliert werden. Es ergab sich, daß durch die künstliche Beleuchtung die Bohnen etwas mehr als die halbe Zeit zum Reifen benötigten als bei dem spärlichen Sonnenlicht, das nur durch 20 Tage hindurch einige Stunden des Tages vorhanden war. Der Verbrauch ergab sich mit 625 W pro m²; die Lampen liefern 52 000 Lumen oder 7650 Lumen pro m², eine dem Sonnenlicht vergleichbare Beleuchtung. Der Stromverbrauch hat während der Versuchszeit 3340 kWh ausgemacht. Es ist selbstverständlich, daß die Stromkosten auch bei dem niedrigsten Stromtarif mit den erzielten Erfolgen in keinem Verhältnis stehen. Aber es ist anzunehmen, daß bei künstlicher Beleuchtung die Zucht gewisser Blumen, die außerhalb ihrer normalen Blütezeit, also zum Beispiel im Winter, besonders geschätzt sind, unter der Voraussetzung sehr niedriger Stromtarife sich wirtschaftlich gestalten könnte.

(General Electric Rev. 21, 3. 1918.)

Stoffkunde.

Die magnetische Analyse zur Prüfung von Stahlerzeugnissen hält Ch. W. Burrows (Metall. and Chem. Eng. 1917, S. 130) für empfehlenswert. Bei der Prüfung von Schienen besteht zum Beispiel das Verfahren darin, daß ein magnetisierendes Solenoid über die Schiene gesteckt und über dieselbe längshin verschoben wird. Tritt in der Schiene irgendwo eine Ungleichmäßigkeit auf, dann ändert sich auch die magnetische Streuung und entsteht eine geringe elektromotorische Kraft, die der Größe der Ungleichmäßigkeit proportional ist. Die benutzte Sonderbauart eines Voltmeters zeichnet die magnetischen Inhomogenitäten photographisch

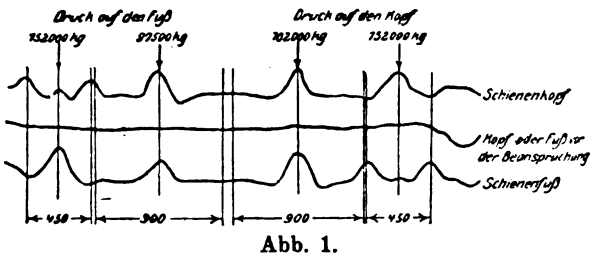


Abb. 1.

auf. Zur Prüfung von Werkzeugen sind andere Formen von Apparaten zusammengestellt worden. Immer ist die Koerzitivkraft die wichtigste Eigenschaft, die auch über die Wärmebehandlung Auskunft geben kann (ein ausgeglühter Stahl hat 10, ein abgeschreckter 30 bis 40). Da die Anwendung der mechanischen, chemischen und mikroskopischen Prüfung das zu untersuchende Stück mehr oder weniger zerstört, nur an bestimmten Stellen lokale Feststellungen ermöglicht und meist nicht das zu benutzende Stück selbst, sondern ein Probestück prüft, so kommt der magnetischen Prüfung zweifellos eine gewisse Bedeutung zu. Sie ermöglicht es auch, die langsame Veränderung eines Bauteiles zu verfolgen, also sozusagen seine Lebensgeschichte aufzunehmen. Eine Stahlschiene mit 0·68% C und 0·98% Mn wurde vor und nach der Beanspruchung in der angegebenen Weise untersucht und dabei die in Abb. 1 wiedergegebenen Kurvenbilder erhalten. (Stahl u. Eisen 1918, H. 12.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Den Einfluß der Temperatur auf die Dielektrizitätskonstante und Leitfähigkeit von Glimmer untersucht Dr. H. H. Poole an Hand von Isolationsstrommessungen an kleinen Glimmerkondensatoren. Glimmerblättchen von 0·0173 mm Dicke erhielten mit der Bürste einen Silberanstrich. Die eine Seite des Blättchens war vollkommen bestrichen, auf der anderen Seite wurde nur eine Kreisfläche von 2 cm² und ein schmaler Ring am Rand mit dem Silberbelag versehen. Letzterer lag an Erde, während die Unterseite des Glimmerblättchens und die zentrale Scheibe mittels schwerer Metallkontakte mit der Stromquelle (einer Wimshurstschen Influenzmaschine) und der Meßeinrichtung verbunden war. Der Glimmerkondensator wurde bis 160° C in einem Gasofen erhitzt. Messungen der Dielektrizitätskonstante gaben eine geringe Zunahme derselben mit steigender Spannung; von einer bestimmten Spannung am Kondensator angefangen blieb die Dielektrizitätskonstante auf einem mittleren Wert von $K = 8·56$ bis 8·62. Hingegen stieg der Wert von K mit der Temperatur in folgender Weise an:

$t =$	13·5	81	112	143	160	186	228	230
$K =$	7·97	8·16	8·50	8·58	8·48	8·52	8·71	9·06

Den Isolationsstrom rechnet der Autor nach der empirischen Formel

$$J = a \,.\, X \,.\, e^{bX},$$

wo J der Isolationsstrom pro cm² Oberfläche und X der Spannungsgradient pro cm Dicke des Dielektrikums bedeutet. In logarithmischer Form ergibt sich die Gleichung

$$\log J = A + \log X + B X.$$

Diese Beziehung fand sich durch die Versuche bestätigt, denn für jede konstant gehaltene Temperatur war der Wert $\log J$ in Funktion von X eine Gerade, sämtliche Gerade liegen zueinander parallel. Der Einfluß der Temperatur macht sich in der Konstanten A bezw. a geltend. Der Autor setzt dafür ein:

$$A = 43·34 + 15·47 \log T$$

wo T die absolute Temperatur bedeutet. Der Wert von B wurde mit 0·787 und von der Temperatur unabhängig gefunden.

Der Einfluß der Temperatur auf den Isolationsstrom ist sehr bedeutend; es ergab sich bei

$t =$ 50·5° C, $J =$ 0·058 μA pro cm²,
$t =$ 227·5° C, $J =$ 4·57 „ „ „.

(The Electrician, Lond., Bd. 81, Nr. 7, 14. Juni 1918.)

Chronik.

Die Elektrifizierung der Schweizerischen Eisenbahnen und die dabei zu befolgende Politik bildete den Gegenstand einer interessanten Auseinandersetzung im schweizerischen Nationalrat, bei dessen letzter Session im Juni d. J. Nationalrat Will, Direktor der Bernischen Kraftwerke, folgende Motion einbrachte: 1. De Bund solle sich an der Elektrifizierung privater Transportanstalten finanziell beteiligen; 2. diese Beteiligung solle sich auch auf den Bau und Betrieb von Wasserkraft- und Elektrizitätswerken erstrecken; 3. die Schweizerischen Bundesbahnen (S. B. B.) sollen dazu angehalten werden, den Strom zum Teil aus kantonalen, kommunalen oder privaten Elektrizitätswerken zu beziehen. Bundesrat Dr. Haab, Vorstand des Eisenbahndepartements, führte in Beantwortung vorstehender Interpellation etwa folgendes aus:

„Im Auftrage des Bundesrates hat die Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft ein Gutachten ausgearbeitet, das die Frage der finanziellen Beteiligung des Bundes am Umbau privater Dampfeisenbahnen für den elektrischen Betrieb einer gründlichen Untersuchung unterzieht und sich im besonderen darüber ausspricht, ob vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit eine Beteiligung der Öffentlichkeit (Bund und Kantone) zu rechtfertigen ist, damit solchen Privatbahnen die Einrichtung des elektrischen Betriebes, das heißt die Installation der Leitungen, die Anschaffung der elektrischen Fahrzeuge, der Bau von Umformerstationen, ermöglicht werden könnte. Dabei ist hier überall die Kraftmiete aus bestehenden oder von Dritten zu errichtenden Elektrizitätswerken vorgesehen. Es bietet sich somit vielleicht hier schon die Gelegenheit, in weitgehendem Umfang die bestehenden kantonalen oder privaten Elektrizitätswerke zur elektrischen Zugförderung heranzuziehen. Hauptsächlich war zu untersuchen, ob Verzinsung und Amortisation der elektrischen Einrichtungen zuzüglich Kraftmiete billiger zu stehen kommen als die Auslagen für Kohle zu einem Preise*), mit welchem auch nach dem Kriege gerechnet werden muß. Erst nach Abwägung dieser finanziellen Konsequenzen wird zu prüfen sein, ob der Bund dem ungeheuer weitgehenden Problem nähertreten kann, denn es handelt sich um Beträge, die 100 Mill. Franken überschreiten, auch wenn die reinen Touristenbahnen außer Betracht gelassen werden. Der ganze Fragenkomplex befindet sich zur Zeit in Prüfung ebenso wie die Frage der finanziellen Beteiligung des Bundes am Bau und Betrieb von Wasserkraft- und Elektrizitätswerken. Der Bund ist übrigens durch das Mittel seiner Staatsbahn auf diesem Gebiete bereits tätig. Zum Teil sind schon vertragliche Abmachungen abgeschlossen worden, zum Teil schweben die Unterhandlungen noch, wonach die Bundesbahnen die Ausbeutung von Wasserrechtskonzessionen, welche sie bereits besitzen oder um deren Erwerb sie sich bemühen, der Privatindustrie zur Verfügung stellen werden, solange die S. B. B. diese Kräfte nicht oder nicht völlig

*) Nach dem letzten Wirtschaftsabkommen mit Deutschland Fr. 170 für die Tonne ab Saargrube.

Digitized by Google

beanspruchen. In einzelnen dieser Verträge ist auch eine finanzielle Beteiligung der S. B. B. an dem Bau solcher Werke vorgesehen.

In bezug auf die Forderung, daß die S. B. B. den Strom zum Teil auch aus kantonalen, kommunalen oder privaten Elektrizitätswerken beziehen sollen, ist bereits seit 1912 ein entsprechender Beschluß der Bundesbahnverwaltung vorhanden. Dieser betont allerdings, daß die S. B. B. die Elektrizitätswerke nicht teuer zurückkaufen sollen. Die Konzessionen der S. B. B. reichen für etwa zwei Dritteile der auch in fernerer Zukunft zu erwartenden Kraftbedürfnisse aus. Für den Bezug weiterer Energie wäre für die Staatsbahn eine privilegierte Stellung zu postulieren. Verlangt man von ihr, daß sie Kraft mieten müsse, so soll man ihr auch zugestehen, daß sie im Falle der Notwendigkeit auch Kraftlieferung erzwingen kann, und zwar zu einem Preise, der möglicherweise durch Expropriation festzusetzen wäre."

Ausdrücklich betonte Bundesrat Dr. Haab, daß die Elektrifizierung der Bahnen aus volkswirtschaftlichen und politischen Gründen in höchstem Maße erstrebenswert sei. Allerdings sei das Drückende der Abhängigkeit der Schweiz erst während des Krieges voll in Erscheinung getreten und man dürfe nicht außeracht lassen, daß der ganze Kohlenbedarf der Bundesbahnen ein Fünftel des Gesamtkohlenbedarfes der Schweiz nicht übersteige. In Erörterung der Gründe, warum die S. B. B. in der Elektrifizierung nicht rascher vorgegangen sind, verwies Dr. Haab namentlich auf die ungeheuere finanzielle Tragweite der Neuerung, die eine Milliardenausgabe bedeute, ferner auf die überaus erschwerte Beschaffung des Materials. Im Gange sei die Elektrifizierung der Strecke Scherzligen—Bern, der Strecke Brig—Sitten*) sowie der Gotthardbahn**). Für den Rangierdienst und den Vorortsverkehr wurde die Anschaffung einer Anzahl Akkumulatorenlokomotiven beschlossen und bereits in Auftrag gegeben. Leider seien die heutigen Preise für die Maschinen bereits ins Abenteuerliche gestiegen. Eine Lokomotive, die beispielsweise im Jahre 1913 Fr. 200 000 kostete (gemeint ist die 2500 PS-Lötschberglokomotive) kommt heute auf Fr. 850 000 zu stehen. Die Zufuhr ist erschwert oder unmöglich, die Bahnfracht enorm, der Arbeitslohn stark angestiegen. Auch die Ausführung der Hoch- und Tiefbauten bei Wasserwerken komme fast unerschwinglich hoch. Dazu sei die Geldbeschaffung zur sofortigen Inangriffnahme weiterer großer Bauten ein sehr schwieriges Kapitel; die schwebenden Schulden der S. B. B. werden am Jahresende etwa 120 Mill. Franken betragen, so daß man sich fragen müsse, wo die weiteren 100 Millionen für die angeregte Elektrifizierung großen Stils hergenommen werden sollen. Man dürfe sich nicht der Gefahr aussetzen, eine Neuerung zu schaffen, die den Keim ewiger Unwirtschaftlichkeit in sich tragen würde. Trotzdem werde mit allen Kräften an der Durchführung des Angefangenen gearbeitet. Bundesrat Dr. Haab gab zum Schlusse die Versicherung, daß die Elektrifizierung im Marsche und der gute Wille überall vorhanden sei, sie zum Wohle des Landes mit aller Energie, aber auch mit aller Vorsicht und Umsicht durchzuführen.

Die Interpellation Will und die Art und Weise ihrer Beantwortung durch Bundesrat Haab ruft die Debatten in Erinnerung zurück, die zu Ende des Jahres 1915 gelegentlich der Wahl des geeigneteten Stromsystems für die Elektrifizierung der Gotthardbahn in der Schweiz abgeführt wurden. Damals wurde von berufener Seite geltend gemacht, daß die Bahnen für ihren Strombedarf nicht auf die bahneigenen Werke beschränkt bleiben können, sondern auf Strombezug auch aus öffentlichen oder privaten Werken geradezu werden angewiesen sein. Andererseits werden die Bahnen zeitweise über Kraftüberschuß verfügen, der wieder dem öffentlichen Strombedarf zugute kommen kann. Schon die Entwicklung weniger Jahre scheint die Richtigkeit dieser damals schwer bekämpften Anschauung bestätigen zu wollen. Geht man eben von der Elektrifizierung einer einzigen Probestrecke, um die es sich bisher immer nur handelte, zur Elektrifizierung ganzer Netze über, dann erweist sich das Problem der elektrischen Zugförderung nicht mehr als ein Problem für sich, sondern als integrierender Bestandteil der Frage der elektrischen Großwirtschaft bezw. der Reichselektrizitätsversorgung überhaupt, das nur mit dieser oder besser in dieser seine Lösung finden kann. *K. S.*

*) Während die Elektrifizierung der Strecke Scherzligen—Bern gewissermaßen als Fortsetzung der mit 16⅔periodigem Einphasenstrom betriebenen Lötschbergstrecke aufgefaßt werden kann, die auch von den Lötschberglokomotiven (E. u. M. 1913, Seite 956 ff.) befahren werden soll, bedeutet die mit Drehstrom in Durchführung begriffene Elektrifizierung der 54 km langen Strecke Brig—Sitten eine Verlängerung der Simplonlinie. Zu diesem Zwecke wird von dem unweit Brig gelegenen Kraftwerke Massaboden eine Speiseleitung von 25 000 V nach den Transformatorenstationen in Leuk und Granges geführt, wo je ein Transformator von 2000 kVA die ankommende Energie auf die Fahrdrahtspannung von 3000 V herabtransformiert. Der Fahrdienst wird von den vorhandenen Simplonlokomotiven (E. u. M. 1908, Seite 34; 1909, Seite 774; 1915, Seite 380) versehen werden.

**) E. u. M. 1912, Seite 425; 1913, Seite 395; 1914, Seite 134; 1916, Seite 133, 180, 594; 1917, Seite 245; 1918, Seite 222, 307.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Sicherungen.

Schutzeinrichtungen gegen Überspannung.

(Schluß von Heft 31, Seite 356.)

Der Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) wurde eine Einrichtung zum Schutz von Transformatorspulen gegen Überspannungen patentiert, die durch Abb. 24a veranschaulicht ist. *w* ist die Wicklung, *k*—*k* sind die Klemmen, *c*—*c* zwei mit je einem Ende der Wicklung unmittelbar verbundene erste Kondensatorleiter von großer Oberfläche in der Nähe eines zweiten geerdeten Leiters *b*, der durch den Kern des Transformators gebildet wird. Tritt nun eine Überspannungswelle durch die Klemmen ein, so wird, ehe sie die Wicklung trifft, der Leiter *c* auf die betreffende Spannung geladen und es fließt ein Ladestrom durch die Klemmen über *c* und *b* nach Erde. Dieser Ladestrom bedingt ein Abflachen der steilen Wellenstirn, so daß die Welle beim Eintreten in die Wicklung für diese nicht mehr schädlich ist. Bei dem gezeichneten praktischen Ausführungsbeispiel (Abb. 24b) ist *b* der an Erde angeschlossene Kern, der zugleich den einen Kondensatorleiter bildet, *w* die Hochspannungswicklung, *f* die Niederspannungswicklung und *c* ein Metallring, der den anderen Kondensatorleiter bildet, in nächster Nähe der zu schützenden Hochspannungswicklung angebracht und mit ihr leitend verbunden ist.

(Schw. P. Nr. 72 315.)

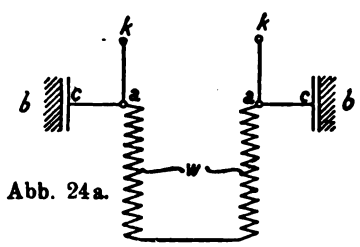


Abb. 24a.

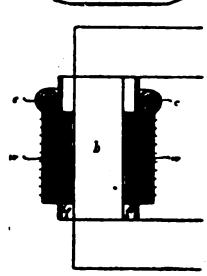


Abb. 24b.

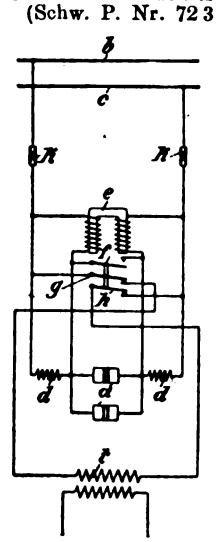


Abb. 25.

Von der Siemens & Halske A. G. in Siemensstadt b. Berlin rührt eine Sicherungseinrichtung mit Funkenstrecken für durch Starkstrom gefährdete Schwachstromanlagen her. Die Funkenstrecken *a* (Abb. 25) liegen parallel zu den Fernleitungen *b*, *c*. *d* ist ein induktionsloser Widerstand. Durch die an den Klemmen von *d* beim Durchgang des Störungsstromes auftretende Spannung wird ein Elektromagnet *e* zum Ansprechen gebracht. Der Schalthebel *f* wird dadurch angezogen und schließt die Funkenstrecken kurz. An den Transformator *i* sind die zu schützenden Apparate angeschlossen. Beim Verschwinden der Störungsspannungen wird *e* wieder stromlos, so daß die Schalthebel ihre Ruhestellung einnehmen. Durch die Anordnung ist eine Schonung der Funkenstrecken auch bei dauernder Störung durch Starkstrom gewährleistet. Eine unzulässige Spannungserhöhung an den Klemmen des zu schützenden Apparates verhüten die Abschmelzsicherungen *k*.

(D. R. P. Nr. 294 760.)

Die oben genannte Firma baut eine Sicherungseinrichtung für durch Starkstrom gefährdete Schwachstromanlagen mit Luftleerfunkenstrecken gemäß Abb. 26. *a*, *b* sind die durch Starkstrom gefährdeten Schwachstromleitungen und *c*, *d* die zu den Betriebsapparaten führenden geschützten Leitungen. *e*, *f* ist ein Isoliertransformator. *g*, *h* sind Schmelzsicherungen, *i*, *k*, *l* parallel geschaltete Funkenstrecken. *i* dient dazu, Blitzentladungen aus den Leitungen zur Erde abzuführen. *k* ist eine Luftleerspannungssicherung und *l* ist eine Plattenfunkenstrecke. Tritt zwischen *a* und *b* eine Wechselspannung auf, so wird dieselbe mit geringer Spannung auf *c*, *d* übertragen. Steigt die Spannung in den Leitungen *a*, *b* so an, daß die Spannung in *c*, *d* gefährliche Werte annehmen kann, so erfolgt ein Überschlag in *k* und die Spannung zwischen *a* und *b* kann diesen Wert der Überschlagsspannung nicht überschreiten. Ist die Stärke und Dauer des störenden Stromes so erheblich, daß die Luftleerfunkenstrecke abbrennt oder die Überschlagsspannung derselben sich über einen bestimmten Wert erhöht, so spricht *l* an. Es erfolgt ein Überschlag und zwar ein großflächiger Kurzschluß zwischen *a* und *b*. Sowohl *k* als auch *e*, *f* sind hiedurch vollkommen entlastet und das Bedienungspersonal, das den Kurzschluß merkt, kann nunmehr *k* und *l* ersetzen.

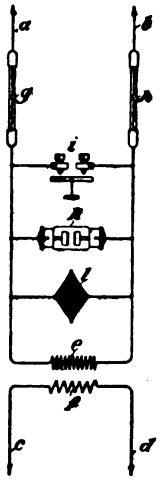
(D. R. P. Nr. 301 004.)

Durch die plötzliche Unterbrechung von Kurzschlußströmen in Hochspannungsnetzen können gewaltige Überspannungen ausgelöst werden. Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-

Digitized by Google

Gesellschaft in Berlin stellt eine Schutzanordnung gegen solche Unterbrechungs-Überspannungen dar, die darauf beruht, daß die Kontakteeines, zum Beispiel einen Transformator von einer kurzgeschlossenen Freileitung trennenden, Ölschalters unter dem Einfluß zu erwartender Unterbrechungs-Überspannungen entgegengesetztes Potential annehmen. Parallel zu den Schaltkontakten jeder Leitung wird je eine Schutzfunkenstrecke mit in Reihe liegenden Ohmschen Widerständen geschaltet, dessen Größe dem Wellenwiderstand der an den Schalter angeschlossenen Leitungen bezw. Wicklungen angepaßt ist. (Ö. P. Nr. 73 284.)

Abb. 26.



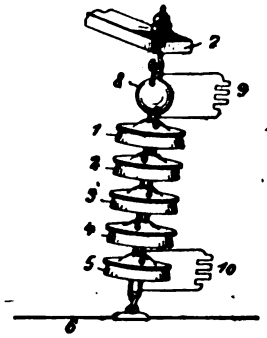


Abb. 27.

Die genannte Firma baut eine Schutzvorrichtung für Hochspannungs-Freileitungen gegen Überspannungen gemäß Abb. 27. 1 bis 5 sind fünf Scheibenisolatoren, durch welche die Freileitung 6 an dem Arm 7 eines Freileitungsmastes aufgehängt wird, welcher aus Metall besteht und geerdet ist. 8 ist ein isolierendes Glied, dem ein großer Widerstand 9 parallel geschaltet ist. Hiedurch wird an jedem Aufhängepunkt der Freileitung eine Schutzvorrichtung gegen Überspannungen gebildet, die aus einem Kondensator 6 bis 1 in Reihe mit einem Widerstand 9 besteht, die zwischen die Leitung 6 und Erde bei 7 geschaltet ist. Zugleich wird hiedurch auch eine Schutzvorrichtung zwischen den Leitungen gebildet, bestehend aus je einem Kondensator in Reihe mit einem Widerstand, die beide durch die Erde in Reihe geschaltet sind. (D. R. P. Nr. 291 083.)

Die räumliche Gestalt von Wanderwellen kann beim Auftreffen auf Verbindungsstellen verschiedenartiger Leitungen sehr stark modifiziert werden. Derartige Stellen geben zu starken Reflexionen und Brechungen der Wellen Anlaß, wodurch die Spannungshöhe der Wellen auf ein Vielfaches gesteigert werden kann, besonders wenn mehrfache Reflexionen eintreten. Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin rüsten deshalb in ausgedehnten Netzen alle solche Punkte, an denen Reflexionen und Brechungen eintreten können, in besonderer Weise aus, um die schädlichen Spannungserhöhungen nach Möglichkeit zu verhindern. Als Reflexions- und Brechungspunkte sind dabei alle Orte aufzufassen, an denen die Charakteristik $\sqrt{\frac{L}{K}}$ der Leitung sich um erhebliche Beträge ändert. Dies tritt zum Beispiel ein beim Übergang zwischen einem Kabel und einer Freileitung oder zwischen einer Leitung und einer Maschinen- oder Transformatorwicklung oder auch beim Verzweigen einer beliebigen Leitung in zwei oder mehrere Einzelleitungen. An den Reflexionspunkten treten entweder Spannungsknoten mit Strombäuchen auf oder aber Spannungsbäuche und Stromknoten. Treten zum Beispiel gemäß Abb. 28a Wellen, von einer Freileitung l kommend, in ein Kabel k über, dann wird beim Übertritt die Spannung auf einen geringen Betrag reduziert, während die Stromstärke der Wellen im Verbindungspunkte fast verdoppelt wird. In diesem Falle wird also zweckmäßig ein Serienwiderstand r_s angewandt werden. Treten jedoch die Wanderwellen

Abb. 28a.

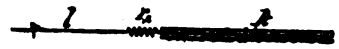


Abb. 28b.

Abb. 28.

gemäß Abb. 28 b aus einem Kabel k in eine Freileitung l über, so kann der im Kabel große Strom der Wellen nicht voll in die Freileitung eintreten, sondern wird auf einen geringen Betrag abgedrosselt, während die Spannung an der Verbindungsstelle fast auf den doppelten Wert der Kabelwelle steigt. In diesem Falle wird also zweckmäßig ein Parallelwiderstand r_p zur Dämpfung verwendet. (D. R. P. Nr. 303 038.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftausnutzung. Von Ing. Rosshaendler: E. u. M. 1917, Seite 585.

Anläßlich der Wechselrede über Elektrizitätswirtschaft und Wasserkraftnutzung im Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein hat sich Herr Direktor Rosshaendler bezüglich des Donauprojektes Wallsee in verschiedenen Behauptungen ergangen, denen gegenüber wir Folgendes entgegenstellen müssen:

Herr Direktor Rosshaendler geht in seiner Rentabilitätsberechnung für „Wallsee" auf unseren Kostenvoranschlag vom Jahre 1913 zurück, in welchem die Kosten exklusive der elektrischen Kraftübertragung zu 81·5 Mill. Kronen angegeben wurden und äußert sich dahin, daß diese Kosten schon vor dem Krieg als zu niedrig bezeichnet wurden. Ein größeres Schweizer Finanzinstitut sei in der Nachprüfung auf eine Bausumme von 135 Mill. Kronen gekommen, mit anderen Worten, die von uns angegebene Grundlage für die wirtschaftliche Bewertung dieser Anlage sei eine unrichtige.

Demgegenüber erklären wir, daß wir unsere Kostenberechnung für das damalige Projekt aufrecht erhalten. Dieselbe ist auf Grund örtlicher Besichtigungen und Erhebungen entstanden, für die Kalkulationen der Bauarbeiten standen uns eigene langjährige Erfahrungen als Unternehmer ähnlicher Arbeiten zur Verfügung und was die Eisenkonstruktionen und Maschinenanlagen anbetrifft, lagen verbindliche Offerte erstklassiger Spezialfirmen vor.

Das damalige Projekt haben wir dann später in stetem Kontakt mit den maßgebenden Behörden und auf Grund genauer Terrainaufnahmen und Sondierungen mehreren Umarbeitungen unterzogen, aus denen schließlich das der stattgehabten wasserrechtlichen Verhandlung vorgelegene definitive Projekt vom Februar 1917 hervorging. Dasselbe enthält allerdings eine Reihe von Änderungen und Ergänzungen, darunter alle die seitens der Behörden verlangten, welche eine Erhöhung der Bausumme gegenüber der Aufstellung vom Jahre 1913 mit sich brachten, zum Beispiel die zweite Kammerschleuse, hingegen konnten durch andere Abänderungen wieder bedeutende Ersparnisse erzielt werden. Die auf der Basis der Friedensverhältnisse sehr vorsichtig durchgeführte Kostenberechnung für diese neueste Vorlage vom Februar 1917 hat ergeben, daß die gesamten Anlagekosten einschließlich aller behördlicherseits bis dahin verlangten Ergänzungen und einschließlich aller Unkosten, jedoch exklusive Fernleitung, die von Herrn Direktor Brock genannte Summe von 100 Mill. Kronen nicht übersteigen.

Was im besonderen die von Herrn Rosshaendler bemängelte Berechnung der Bauzinsen anbetrifft, liegt in der gleichmäßigen Verteilung der gesamten baulichen Auslagen über vier Jahre eine mehr als ausreichende Sicherheit, da der Schwerpunkt der finanziellen Inanspruchnahme bei derartigen Anlagen bekanntlich nicht in der Mitte, sondern in der zweiten Hälfte der Bauzeit liegt. Die 5%ige Verzinsung war im damaligen Zeitpunkt eine entsprechende.

Bezüglich des Winterhafens hatte das Unternehmen nur die Aufgabe, im Projekt die Möglichkeit der Anlage eines solchen nachzuweisen, während die Erstellung selbst, wie auch amtlicherseits erklärt wurde, natürlich nicht zu Lasten des Werkes gehen kann.

Zürich, 16. April 1918. *Locher & Cie.*

Herr Direktor Ing. Rosshaendler hat im Verlaufe seiner, das Kraftwerkprojekt Wallsee betreffenden Ausführungen auch den Satz gebraucht:

„Im ferneren sind in diesem Kostenbetrage nicht die Vorspesen, Konzessionserwerbung usw. enthalten, welche vom Syndikate einmal mit 20 Mill., einmal mit 10 Mill. Kronen angegeben werden."

Dieser Satz entspricht den Tatsachen durchaus nicht.

Das Syndikat kennt nicht die Quellen, aus welchen Herr Direktor Rosshaendler seine Auskünfte schöpft.

Das Syndikat weiß nur, daß es bei Berechnung der Vorspesen, Konzessionserwerbung usw. nie die von Herrn Direktor Rosshaendler angeführten Ziffern vor Augen gehabt hat.

Herr Direktor Rosshaendler mag darüber beruhigt sein, daß das Syndikat seinen Berechnungen in Sachen des Kostenvoranschlages für das geplante Werk nur solche Ziffern zugrunde gelegt hat, welche geeignet seien, die ehebaldigste Ausführung des Werkes zu verbürgen.

Sollten von irgend einer Seite die von Herrn Direktor Rosshaendler angeführten Zahlen für Vorspesen und Konzessionserwerbung genannt worden sein, so geschah es ohne Wissen des Syndikates.

Wien, 15. Mai 1918. Das Syndikat Kraftwerk Wallsee.
Dr. Basilio Gianelis.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
25. August 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 34.
36. Jahrgang.

INHALT:

Beiträge zur Frage der Schutzwirkung von Drosselspulen. Von Dr. Ing. Otto Böhm 372

Statistik der Funkentelegraphenstationen . . 382
Rundschau 385
Literatur-Bericht. 386

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 387
Briefe an die Schriftleitung 388

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Beiträge zur Frage der Schutzwirkung von Drosselspulen[1]).

Von Dr. Ing. **Otto Böhm**, Berlin.

1. Allgemeines.

Das Bestreben der Hochspannungstechniker ist seit Jahren darauf gerichtet, die Wicklungen von Transformatoren und Maschinen gegen die Gefährdung durch schroffe Spannungssprünge, deren Einwirkung die zahlreich auftretenden Defekte an den Eingangswindungen von Spulen zugeschrieben werden, möglichst vollkommen zu schützen.

Jedoch beschäftigen sich, soweit ich sehe, die theoretischen Untersuchungen auf diesem Gebiete vorwiegend nur mit dem Auftreffen einzelner langer Wellen, die die Wirklichkeit nicht kennt. Denn alle bei einem Schaltprozeß, Erd- und Kurzschluß entstehenden Rechteckwellen sind periodische Schwingungsvorgänge, deren Frequenz von der Leitungslänge abhängig ist. Diese wohlbekannte Tatsache wird oft mit Unrecht als unwesentlich vernachlässigt.

Daß periodische Rechteck-Wanderwellenzüge, die auf Thomsonsche Schwingungskreise treffen, Anlaß zu hohen Resonanzüberspannungen geben können, hat schon Petersen gezeigt. Aber auch eine Wicklung allein wird wie jedes schwingungsfähige Gebilde unter Umständen nicht so sehr durch den einzelnen, noch so schroffen *Stoß*, wie gerade durch die periodische Folge von Stößen gefährdet werden. Die Untersuchung der Einwirkung hochfrequentiger Schwingungen auf Spulen schien mir darum nicht ohne Nutzen zu sein.

In einer Arbeit, die ich vor einiger Zeit im „Archiv für Elektrotechnik" veröffentlichte[2]), habe ich diese Einwirkung von Hochfrequenzschwingungen auf Transformatorwicklungen unter Berücksichtigung der Windungsbeeinflussung rechnerisch zu verfolgen versucht, wobei ich gleichzeitig die Resultate einer Reihe von Laboratoriumsversuchen bekanntgab, welche die Rechnungsergebnisse durchaus bestätigten[3]). In der vorliegenden Arbeit soll nun als praktisch interessanteste Anwendung dieser Betrachtungen das Verhalten von Schutzdrosselspulen vom gleichen Gesichtspunkte aus näher untersucht werden.

2. Die lange Wicklung.

Es möge zunächst eine lange Wicklung ins Auge gefaßt werden, die von einer rein sinusförmigen Wechselspannung gespeist wird. Wir nennen L den Selbstinduktionskoeffizienten und C die Erdkapazität der Längeneinheit des Drahtes unter der Voraussetzung, daß sämtliche Windungen den gleichen Strom führen und die gleiche Spannung gegen Erde aufweisen. Der Ausdruck $1:\sqrt{L.C}$ stellt dann die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Vorgänge längs des Wicklungsdrahtes dar unter der Voraussetzung, daß die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Windungen eine Abweichung nicht verursacht. Wir bezeichnen ferner, wieder auf die Längeneinheit bezogen, mit L' den Koeffizienten der gegenseitigen Induktivität, mit C' den der Kapazität zwischen benachbarten Teilchen zweier Windungen, mit l_w die Windungslänge.

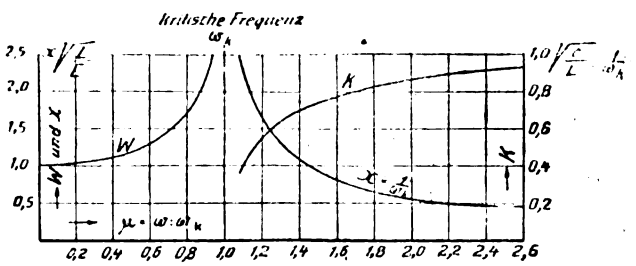


Abb. 1. Wellenwiderstand W, Kapazität K und kapazitive Reaktanz $X = 1 : \omega K$ einer langen Wicklung in Abhängigkeit vom Frequenzverhältnis $\mu = \omega : \omega_k$.

Die Rechnung, welche hier übergangen werden soll, zeigt uns, daß die Ausbreitung der Vorgänge in der Wicklung auf zweierlei Art vor sich geht, je nachdem die Frequenz der speisenden Spannung über oder unter einem bestimmten, der Wicklung eigentümlichen Werte liegt. Diejenige Frequenz, welche die Grenze zwischen den beiden Ausbreitungsarten bildet, ist die Eigenfrequenz einer Windung, die als Thomsonscher Kreis mit der gegenseitigen Kapazität zweier Windungen $C'.l_w$ und der Teilinduktivität einer Windung $L.l_w$ schwingt. Wegen ihrer überragenden Bedeutung für die Vorgänge im Spuleninnern nennen wir diese Frequenz „die kritische Frequenz der Wicklung". Sie liegt etwa zwischen 10^5 Per/s bei Spulen in Öl mit großem Windungsdurchmesser und großer Windungskapazität und 10^7 Per/s bei Spulen in Luft mit sehr kleinem Durchmesser und kleiner Windungskapazität.

Das Gesetz, welches im unteren Frequenzgebiet gilt, ist das gleiche, das wir für freie Leitungen kennen. Die Vorgänge pflanzen sich im wesentlichen längs des Drahtes fort, wobei aber der Wellenwiderstand der Wicklung keine Konstante ist, sondern mit der Frequenz nach dem Gesetz variiert:

$$W = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}} \quad \ldots \quad 1),$$

[1]) Grundlegende Arbeiten über diese Frage liegen vor von Wagner, Rüdenberg, Biermanns.

[2]) A. f. E., Band V, Heft 12: Rechnerische und experimentelle Untersuchung der Einwirkung von Wanderwellenschwingungen auf Transformatorwicklungen. Vgl. E. u. M. 1917, Seite 341.

[3]) Die Versuche wurden im Hochspannungslaboratorium der Technischen Hochschule zu Darmstadt auf Anregung und unter Förderung von Herrn Prof. Petersen ausgeführt.

Digitized by Google

worin μ das Verhältnis der speisenden Frequenz ω zur kritischen Frequenz der Wicklung ω_k bedeutet. Mit wachsender Periodenzahl steigt also der Wellenwiderstand von seinem Idealwert $W_0 = \sqrt{L} : \sqrt{C}$ dem Werte unendlich zu (Abb. 1). Auch die Geschwindigkeit der Fortpflanzung im Spuleninnern variiert mit der Frequenz und befolgt das Gesetz:

$$v = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \cdot \sqrt{1 - \mu^2} \quad \ldots \quad 2),$$

strebt also von ihrem Idealwert $1 : \sqrt{LC}$ nach dem Nullwert hin (Abb. 2). Das Abfallen der Geschwindigkeit muß notwendig eine Erhöhung der Verluste innerhalb einer bestimmten durchlaufenen Leitungsstrecke zur Folge haben. Bezeichnen wir mit η das Verhältnis zwischen den Amplituden einer eindringenden Sinuswelle am Anfang der Wicklung und nach Durchlaufen der Strecke l, mit R den Widerstand der Längeneinheit, so gilt die Beziehung:

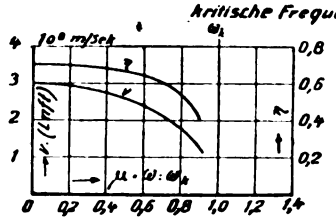


Abb. 2. Geschwindigkeit v und Dämpfungsverhältnis η einer eindringenden Sinuswelle in Abhängigkeit vom Frequenzverhältnis $\mu = \omega : \omega_k$.

$$\eta = e^{-\frac{R\,l}{2} \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}}} \quad \ldots \quad 3).$$

Die Gleichung zeigt eine starke Zunahme der Dämpfung mit wachsender Frequenz (Abb. 2).

Liegt dagegen die Frequenz der speisenden Spannung oberhalb des kritischen Wertes, so erfolgt die Fortpflanzung der Störungen im wesentlichen quer über die Windungen hin. Dabei wirkt die Wicklung nach außen wie ein mit der Frequenz veränderlicher Kondensator (Abb. 1) der Größe

$$K = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \frac{1}{\omega_k} \cdot \frac{\sqrt{\mu^2 - 1}}{\mu} \quad \ldots \quad 4).$$

Die Kapazität strebt also mit wachsender Frequenz dem Höchstwert zu:

$$K_\infty = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \frac{1}{\omega_k} = l_w \cdot \sqrt{C \cdot C'} \quad \ldots \quad 5).$$

Ganz richtig ist allerdings die scharfe Trennung zwischen oberem und unterem Frequenzgebiet nicht[1]). Die Rechnung zeigt vielmehr, daß jedes der beiden Ausbreitungsgesetze in das Gebiet des anderen übergreift. Doch brauchen wir uns, solange es sich nicht um ganz extrem hohe Frequenzen handelt, die für die Praxis keine Rolle mehr spielen, um dieses Übergreifen nicht zu kümmern.

Die abgeleiteten Gleichungen für Wellenwiderstand und Kapazität, Geschwindigkeit und Dämpfung gelten mit hinreichender Genauigkeit bis in die unmittelbare Nähe der kritischen Frequenz. Für das kritische Gebiet selbst, dessen Grenzen etwa bei $\pm 10\%$ des kritischen Wertes liegen, können die Ausdrücke nicht mehr als gültig angesehen werden. Der physikalische Grund dafür liegt in der Wirksamkeit der induktiven Verkettung, die erst in diesem Gebiete merkbar in Erscheinung tritt. Hier pflanzen sich die Vorgänge zu gleichen Teilen längs des Drahtes und quer durch die Wicklung fort. Die Wicklung wirkt dann wie die Parallelschaltung eines sehr hohen Wellenwiderstandes zu einer sehr kleinen Kapazität, derart, daß kapazitive Reaktanz und Wellenwiderstand gerade im kritischen Punkt einander gleich sind. Die Geschwindigkeit der längs eindringenden Welle sinkt dabei bei enorm vergrößerter Dämpfung auf einen sehr kleinen Wert herab, und die Beanspruchung der Eingangswindungen ist die weitaus größte, die überhaupt auftreten kann. Die für die Eingangswindungen so gefürchtete Gefahr langer, schroffer Rechteckwellen tritt dagegen weit zurück. Natürlich werden nicht nur sinusförmige, sondern auch rechteckige und irgendwie anders gestaltete Wellenzüge der kritischen Frequenz die Wicklung in diesem erhöhten Maße gefährden. Rechteckwellenzüge geben auch dann zu erhöhter Beanspruchung Anlaß, wenn ihre Frequenz annähernd ein ungeradzahliger Teil der kritischen Wicklungsfrequenz ist.

Dem eben skizzierten Bilde der langen Wicklung entspricht mit großer Annäherung die Transformatorwicklung, für Schutzspulen aber wird das Bild der langen Wicklung in der Regel nicht zulässig sein.

3. Schutzspulen im Zuge einer Leitung.

Eine Schutzspule sei zwischen zwei Leitungen W_1 und W_2 geschaltet, wobei die beiden Leitungen so lang seien, daß Wellenbrechungen an ihren Enden den Vorgang nicht beeinflussen können. Über die Leitung W_1 treffe ein sinusförmiger Wanderwellenzug mit der Amplitude E die Schutzspule. Unter der Voraussetzung, daß es sich um einen sehr wenig gedämpften Wellenzug handelt, soll hier nur der stationär gewordene Zustand betrachtet werden. Wie hoch ist nun die Amplitude des Wellenzuges, der in die zu schützende Leitung W_2 eindringt?

Für unsere Rechnung können wir uns nach dem von Petersen ausgesprochenen Gesetze die beiden Leitungen durch Ohmsche Widerstände W_1 und W_2 ersetzt denken und dieses ganze System unter der Einwirkung einer Wechselspannung von doppelter Höhe der Wellenamplitude betrachten. Das Gesetz der am Spulenende auftretenden Spannung gibt uns Form und Höhe der in die Leitung W_2 dringenden Wanderwelle.

Auch die Wirkungsweise der Schutzspule muß nun wesentlich davon abhängen, ob die Frequenz des auftretenden Wellenzuges über oder unter der kritischen Spulenfrequenz liegt.

Für Frequenzen des unteren Gebietes stellt die Spule einen mit der Frequenz variablen Widerstand W_s dar. Unter der stets zutreffenden Voraussetzung, daß W_s die Wellenwiderstände der Anschlußleitungen ganz bedeutend überragt, ergibt sich für die Spannung am Spulenende, wenn mit l die Drahtlänge der Spule bezeichnet wird:

$$E' = 2E \cdot \frac{W_2}{W_s} \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2(q\,l) + \left(\frac{W_1}{W_s} + \frac{W_2}{W_s}\right)^2}} \quad 6).$$

Hierin bedeutet:

$$q = \omega \cdot \sqrt{\frac{LC}{1 - \mu^2}}.$$

Je nach den Resonanzbedingungen im Spuleninnern schwankt also die Höhe des weiterwandernden Wellenzuges zwischen dem kleinen Wert $2E \cdot \frac{W_2}{W_s}$ und dem Höchstwert $2E \cdot \frac{W_2}{W_1 + W_2}$, der dann erreicht wird,

[1]) Die scharfe Trennung ist um so richtiger, je mehr L' gegen L verschwindet, das ist bei extrem loser und bei extrem ester magnetischer Verkettung.

Digitized by Google

wenn die Wicklungslänge ein ganzes Vielfaches der im Spuleninnern auftretenden Halbwellenlänge bildet. In diesem Falle ist die Wirkung der Schutzspule Null, die Spule scheint überhaupt nicht vorhanden zu sein. In der Spulenwicklung selbst bilden sich dabei stehende Wellen mit sarken Schwingungsamplituden aus, die die Wicklung in hohem Grade gefährden.

Für Erscheinungen beim Auftreffen von Wellenzügen des oberen Frequenzgebietes kommt als scheinbarer Spulenwiderstand die kapazitive Reaktanz X_s der Spule in Frage (Abb. 2), die sich mit wachsender Frequenz dem Werte Null nähert und daher bei hinreichend kurzen Wellen tiefer liegen würde als die Wellenwiderstände der Anschlußleitungen. In Wirklichkeit werden wir auch hier ohne Fehler damit rechnen können, daß die Spulenreaktanz unter allen Umständen sehr groß gegen die Wellenwiderstände der Anschlußleitungen bleibt. Denn bei normalen Wicklungen müßte die Frequenz schon in der Größenordnung von 10^9 bis 10^{10} Per/s liegen, wenn die Spulenreaktanz unter den Wert normaler Leitungswellenwiderstände sinken sollte. Mit so kurzen, nur einige Zentimeter langen Wellen braucht aber praktisch nicht mehr gerechnet zu werden. Selbst als Bestandteil auftreffender Rechteckwellenzüge werden so kurze Wellen nur ein theoretisches Dasein führen, da die ursprünglich schroffe Stirn der Sprungwellen bei ihrem Lauf über die Unregelmäßigkeiten der Leitungen stets eine geringe Abflachung erfahren haben muß. Unter dieser Voraussetzung finden wir als Ausdruck für die Spannung am Spulenende:

$$E' = 2\,E \cdot \frac{W_2}{X_s} \cdot \frac{1}{\sqrt{\mathfrak{Sin}^2(p\,l) + \left(\frac{W_1}{X_s} + \frac{W_2}{X_s}\right)^2}} \quad 7).$$

Hierin bedeutet:

$$p = \omega \cdot \sqrt{\frac{L\,C}{\mu^2 - 1}}.$$

Ist die Spule nicht extrem kurz, so stellt sie für alle praktisch auftretenden Frequenzen des oberen Gebietes einen wirksamen Schutz dar, der mit wachsender Frequenz geringer wird und mit der Wicklungslänge sehr stark wächst.

Trotzdem kann die endlich lange Spule wegen ihrer unsicheren Schutzwirkung im unteren Frequenzgebiet als zuverlässiger Schutzapparat nicht in Frage kommen. Die erwähnten Resonanzerscheinungen, die bei Frequenzen des unteren Gebietes möglich sind, lassen sich aber vermeiden, wenn die Spule beträchtlich kürzer ist als alle auftretenden Halbwellen des unteren Gebietes. Wir nennen eine solche Spule „sehr kurz" und wollen zunächst untersuchen, wann wir dazu berechtigt sind.

Eine Wicklung werde dann als sehr kurz bezeichnet, wenn in den abgeleiteten Gleichungen 6) und 7) die Werte $q\,.\,l$ und $p\,.\,l$ so klein sind, daß die Ausdrücke $\sin(q\,.\,l)$ und $\mathfrak{Sin}(p\,.\,l)$ ohne großen Fehler ihrem Bogen selbst gleichgesetzt werden können. Bei einem größten Fehler von etwa 5% darf dabei $q\,.\,l$ den Wert 0·5 und $p\,.\,l$ den Wert 0·6 nicht überschreiten; für die Wicklungslänge selbst ergibt sich dabei als Maximum:

$$l \leqq 0{\cdot}6 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\mu^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{L\,C}\,.\,\omega_k} \quad 8a)$$

für das obere Gebiet,

$$l \leqq 0{\cdot}5 \cdot \sqrt{\frac{1}{\mu^2} - 1} \cdot \frac{1}{\sqrt{L\,C}\,.\,\omega_k}$$

für das untere Gebiet.

Für den Grenzpunkt der kritischen Frequenz mit $\mu = 1$ würde die Erfüllung dieser Gleichung eine unendlich kurze Spule bedingen. Da wir aber das kritische Gebiet doch getrennt betrachten müssen, setzen wir fest, daß die Bedingung der „kurzen Spule" für einen Bereich von etwa $\pm 10\%$ um den kritischen Punkt nicht erfüllt zu werden braucht. Für die Wicklungslänge der kurzen Spule ergibt sich dann nach zweckmäßigen Umwandlungen der Höchstwert:

$$l \leqq 0{\cdot}25 \cdot \frac{1}{\sqrt{L\,C}} \cdot \frac{1}{\omega_k} \quad 8b)$$

oder, wenn mit $n = l : l_w$ die Windungszahl bezeichnet wird:

$$n \leqq 0{\cdot}25 \cdot \sqrt{\frac{C'}{C}} \quad 8c).$$

Die früher abgeleiteten Gleichungen vereinfachen sich für diese Spule ganz beträchtlich und führen zu einem äußerst anschaulichen Ersatzbild: Die kurze Schutzspule wirkt allgemein nahezu wie die Parallelschaltung einer konzentriert wirkenden Drosselspule zu einem Kondensator. (Abb. 3.) Dabei besitzt die fiktive Parallel-

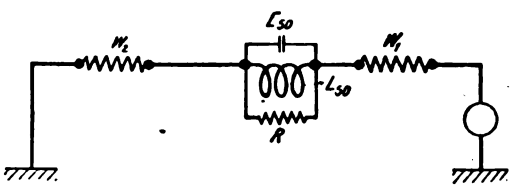


Abb. 3. Ersatzschema einer kurzen Spule zwischen zwei Leitungen.

spule den konstanten Induktivitätswert $L_{so} = L\,.\,l$, also den wirklichen Induktivitätswert der Schutzspule, bei quasistationären Zuständen gemessen, und der fiktive Kondensator den Kapazitätswert $C_{so} = C'\,.\,l_w : n$, also die Durchgangskapazität der Schutzspule für den Fall, daß ihre Windungen sämtlich in sich geschlossene, voneinander getrennte Ringe bilden. Zwischen Durchgangskapazität, Induktivitätswert und kritischer Frequenz der Spule besteht die Beziehung:

$$\omega_k^2 = \frac{1}{C_{so}\,.\,L_{so}} \quad 9).$$

Die Erdkapazität der kurzen Spule spielt gegenüber der Durchgangskapazität C_{so} keine Rolle mehr.

Für Frequenzen ihres unteren Gebietes ist die Gesamtwirkung der Spule gleich der einer konzentrierten, mit der Frequenz variablen Induktivität L_s. Ihre Reaktanz beträgt:

$$\omega\,.\,L_s = \omega \cdot \frac{L_{so}}{1 - \mu^2} = \frac{\mu}{1 - \mu^2}\,.\,\omega_k\,.\,L_{so} \quad 10).$$

Im oberen Frequenzgebiete wirkt die Spule wie eine variable Kapazität mit der Reaktanz:

$$\frac{1}{\omega\,.\,C_s} = \frac{\mu}{\mu^2 - 1}\,.\,\omega_k\,.\,L_{so} \quad 11).$$

Für die Amplitude der uns interessierenden Spannungen hinter der Spule gilt allgemein die Gleichung:

$$E' = 2\,E \cdot \frac{W_2}{X} \quad 12),$$

worin X die Impedanz der Gesamtanordnung Spule + Leitungen bedeutet. Diese Impedanz beträgt für die unüberbrückte Spule ganz allgemein im oberen und unteren Frequenzgebiet:

$$X = \sqrt{(W_1 + W_2)^2 + \left(\frac{\mu}{1 - \mu^2}\right)^2 \cdot \omega_k^2 \cdot L_{so}^2} \quad 13).$$

Das Produkt aus kritischer Frequenz ω_k und quasistationärer Induktivität L_{so} ist also ein Grad-

Digitized by Google

messer für die Schutzwirkung der Spule gegen periodische Schwingungsvorgänge.

Für die kritische Frequenz selbst stellt die Spule einen überaus hohen Wechselstromwiderstand dar. Bei sehr niedrigen und sehr hohen Frequenzen sinkt diese Impedanz bis auf den Wellenwiderstandswert $W_1 + W_2$ der Anschlußleitungen herab. Die kritische Frequenz der Spule wird also so gewählt werden müssen, daß sie ungefähr in der Mitte des Frequenzbereiches liegt, für den ein Schutz besonders erforderlich erscheint. Ein am Leitungsende liegender Transformator zum Beispiel wird am meisten schutzbedürftig sein für Wellen seiner eigenen kritischen Frequenz. Die kritische Frequenz einer Schutzspule, die im Laufe der Leitung liegt, wäre daher mit Vorteil der des Transformators etwa gleichzusetzen.

Eine Überbrückung der zwischen langen Leitungen liegenden Schutzspule durch Ohmsche Widerstände erscheint bei der betrachteten Anordnung nicht erforderlich, da keinerlei Resonanzerscheinungen auftreten können, für deren Dämpfung man sorgen müßte. Trotzdem verwendet die Praxis auch an solchen Stellen sehr häufig überbrückte Spulen, vielfach in der Absicht, die Energie der Wanderwellen möglichst zu vernichten. Doch dürfte diese Wirkung des Parallelwiderstandes nebensächlich sein, denn in der Hauptsache kommt es darauf an, die Wanderwellen von bestimmten Netzteilen so gut als möglich fernzuhalten. Mögen sich die Wellen immerhin in diesseits liegenden Leitungsteilen, wo sie unschädlich sind, nur ganz allmählich austoben. Aber aus anderen Gründen erscheint eine Überbrückung der Spulen auch an solchen Stellen nicht unberechtigt: Wenn auch in unserem idealisierten Bilde keine konzentrierte Kapazität vorhanden ist, die mit der Spule einen Schwingungskreis bilden könnte, so kann in Wirklichkeit irgendeine Unregelmäßigkeit der Leitung in unmittelbarer Nähe der Spule, ein Durchführungsisolator etwa, die Rolle der mitschwingenden Kapazität übernehmen. So ist die Überbrückung als eine Vorsichtsmaßregel anzusehen, zu der umsomehr geraten werden kann, als die Wirkungsweise der Spule durch eine richtig gewählte Überbrückung durchaus nicht beeinträchtigt wird.

Der Parallelwiderstand drückt natürlich gerade dann den Wechselstromwiderstand der Anordnung beträchtlich herab, wenn die Spule ohne Überbrückung die höchste Reaktanz hätte, also im kritischen Frequenzgebiet der Spulenwicklung. Liegt er in den zweckmäßigen Grenzen

$$R = 0{\cdot}2 \text{ bis } 0{\cdot}5 \frac{(\omega_k \cdot L_{so})^2}{W_1 + W_2} \quad \ldots \quad 14),$$

so ist die Verkleinerung des Gesamtwiderstandes im kritischen Gebiete gering, ja im oberen und unteren Gebiete wird der scheinbare Widerstand der Gesamtanordnung durch diese Überbrückung sogar um einige Prozent erhöht.

Der Parallelwiderstand erfüllt dabei noch den Zweck eines Schutzes für die Spule selbst, indem er übermäßig hohe Spannungen an ihren Klemmen unterdrückt. Er bildet mit anderen Worten eine Dämpfung der Stromresonanzerscheinungen in der Spule bei Frequenzen des kritischen Gebietes und beseitigt somit die Möglichkeit eines Überschlagens der ganzen Wicklung. Ein zu niedriger Parallelwiderstand allerdings könnte den Schutzwert der Spule unnötig herabsetzen. Bei normalen Schutzspulen zwischen zwei langen Leitungen wird er nicht unter etwa 10 000 Ω betragen dürfen.

Es bleibt noch die Frage zu untersuchen, wie sich überbrückte und unüberbrückte Spulen gegen die schroffen Wellenstirnen von Sprungwellen verhalten. Gerade darum ist die überbrückte Spule vielfach angegriffen worden, weil Spannungssprünge nur in der Höhe gemildert, aber mit unverzerrt schroffer Stirn über den Ohmschen Widerstand hinweggleiten können, während die unüberbrückte Spule eine völlige Abflachung der schroffen Wellenstirn bewirken soll. Wir sehen sofort, daß infolge ihrer Windungskapazität auch die unüberbrückte Spule diesen Zweck gar nicht erfüllen kann. Gerade für Schwingungen sehr hoher Frequenz, durch die ja die schroffe Wellenstirn gebildet wird, verschwindet die Schutzwirkung der Spule ganz. Eine Untersuchung der Umformung einer Rechteckwelle auf ihrem Wege über die Schutzspule dürfte daher von Interesse sein[1]).

Wir betrachten das in Abb. 3 dargestellte Ersatzschema und denken uns eine Gleichspannung $2E$ auf die Gesamtanordnung geschaltet[2]). Der Fall der auftreffenden Rechteckwelle E wird dadurch genau wiedergegeben. Für die Betrachtung der auftretenden freien Schwingungen müssen wir uns die Stromquelle selbst überbrückt denken und erkennen so einen Thomsonschen Schwingungskreis, in welchem die Summe der beiden Wellenwiderstände als Ohmscher Parallelwiderstand zur Induktivität (oder Kapazität) in Erscheinung tritt.

Der Wellenwiderstand der Anschlußleitung spielt also für die Dämpfung der freien Schwingungen in der Spule genau die gleiche Rolle wie ein Ohmscher Überbrückungswiderstand. Wir wollen deshalb von vornherein die überbrückte Spule (Camposspule) betrachten und sehen sofort, daß der für Dämpfung in Frage kommende Widerstand W_R aus einer Parallelschaltung des Ohmschen Überbrückungswiderstandes R und der Wellenwiderstandssumme $W_1 + W_2$ resultiert. Vollkommene Dämpfung der Schwingungen ist vorhanden, wenn die Beziehung besteht:

$$W_R = \frac{(W_1 + W_2)\,R}{W_1 + W_2 + R} < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L_{so}}{C_{so}}} < \frac{1}{2} L_{so} \cdot \omega_k \quad 15).$$

Das Produkt $L_{so} \cdot \omega_k$, das wir bereits als wesentlich für die Wirkung der Spule bezeichnet haben, ist nichts anderes wie diejenige Größe, die bei einem Thomsonschen Schwingungskreis vielfach mit „Charakteristik" bezeichnet wird. Es möge daher auch hier $L_{so} \cdot \omega_k = \sqrt{L_{so} : C_{so}}$ die „Charakteristik" der Spule genannt werden.

Wenn Schwingungen vermieden werden sollen, muß diese Charakteristik bei unüberbrückten Spulen mindestens gleich der doppelten Summe aus den beiden Wellenwiderständen W_1 und W_2, bei überbrückten Spulen gleich dem doppelten Wert des eben definierten resultierenden Widerstandes W_R sein. Ist die Charakteristik kleiner, so gilt für die austretende Welle die Gleichung:

$$e = 2E \cdot \frac{W_2}{W_1 + W_2} \cdot \left(1 - 2\frac{\alpha_1}{\omega} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\omega t)\right) \quad \ldots \quad 16)^3).$$

[1]) Auf anderem Wege gelangt K. W. Wagner zu ganz ähnlichen Resultaten. (E.T.Z. 1916, Seite 425.)

[2]) Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß das Ersatzbild korrekt nur dann gilt, wenn L' gegen L verschwindet.

[3]) In den Gleichungen 16) bis 18) bedeuten:

$$\alpha_1 = \frac{1}{(W_1 + W_2) C_{so}} \qquad \alpha_2 = \frac{1}{R \cdot C_{so}}$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

$$\omega = \sqrt{\omega_k^2 - \alpha^2} \qquad \omega_1 = \sqrt{\alpha^2 - \omega_k^2}$$

Digitized by Google

In die zu schützende Leitung zieht eine Rechteckwelle ein, deren Stirn durchaus nicht abgeflacht ist, und der sich eine gedämpfte Sinusschwingung der kritischen Spulenfrequenz überlagert. Eine solche Spule ist kein Schutz, sondern eine Gefahr für die Apparate am Ende der zu schützenden Leitung. Sie erzeugt Schwingungen einer Größenordnung, die gerade die höchste Gefahr für alle Wicklungen bedeutet. Vorwiegend werden Spulen zu geringer Induktivität diese Wirkung ausüben.

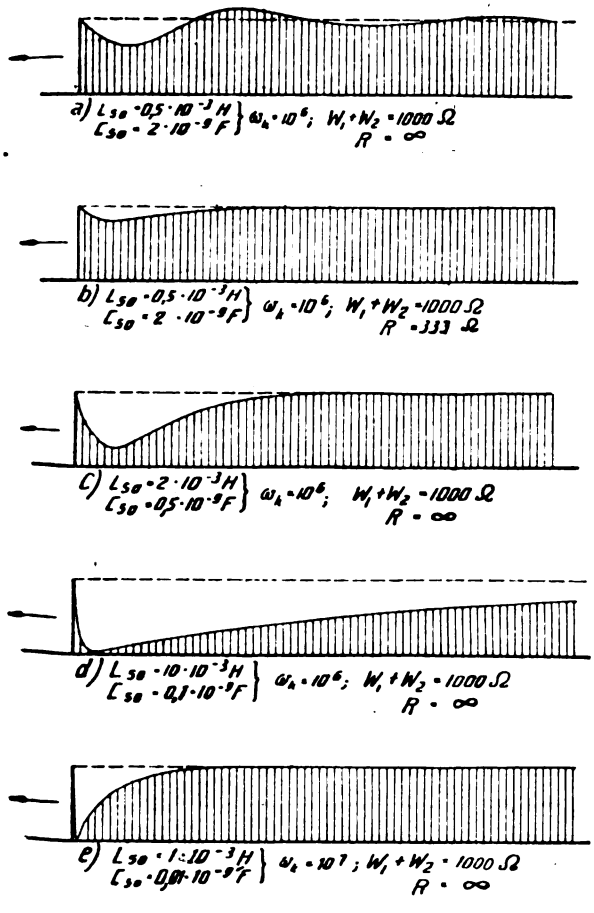


Abb. 4. Umbildung langer Rechteckwellen durch verschiedene Schutzspulen, die zwischen zwei Leitungen liegen.

Ist die Spulencharakteristik gleich dem doppelten Widerstandswert, so tritt eben Dämpfung ein. Die austretende Welle befolgt dann das Gesetz:

$$e = 2E \cdot \frac{W_2}{W_1 + W_2} (1 - 2\alpha_1 \cdot t \cdot e^{-\alpha t}) \quad . \quad . \quad 17).$$

Für den übergedämpften Kreis gilt als Gleichung der durchtretenden Welle:

$$e = 2E \cdot \frac{W_2}{W_1 + W_2} \left[1 - 2\frac{\alpha_1}{\omega_i} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \mathfrak{Sin}(\omega_i t) \right] \quad . \quad 18).$$

Die Form dieser Wellen, aus den Gleichungen 16) bis 18) errechnet, wird für verschiedene Verhältnisse durch die Abb 4a bis 4e wiedergegeben. Dicht hinter der unverändert hindurchtretenden Wellenstirn erfolgt eine mehr oder weniger kräftige Einschnürung der Welle, die unter ungünstigen Umständen zu Schwingungen Anlaß geben kann, bei Vermeidung von Schwingungen aber die eigentliche Schutzwirkung der Spule ausmacht.

Es fragt sich nun, ob die Drosselspule, die die schroffe Wellenstirn nicht umzubilden vermag, als Sprungwellenschutz überhaupt einen Zweck hat. Wir können diese Frage ohne weiteres bejahen. Denn die Gefährdung einer Wicklung hängt nicht nur von dem höchsten auftretenden Spannungsunterschied zwischen den Windungen ab, sondern auch von der Zeit, in welcher die Potentialdifferenz wirksam ist. Bei extrem schnellen Vorgängen reicht die zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, um die zum Durchschlag nötige Ionisierung zu vollbringen. Dieser Zeitmangel wird bei der Spitze am Kopf der umgeformten Welle in der Regel vorliegen. Und noch ein zweites günstiges Moment kommt hinzu: Die Energiemenge, die die Wellenspitze enthält, ist gering. Gegen sehr kleine Energiemengen besitzen aber alle Wicklungen einen Selbstschutz in ihrer Kapazität gegen Erde; geringfügige Ladungen werden ohne jede Gefahr und ohne besondere Spannungserhöhungen von den angeschlossenen Apparaten „geschluckt". Die Wellenspitze wird also umso weniger gefährlich sein, je kürzer sie ist, das heißt je stärker sie abfällt. Der darauffolgende Anstieg sollte dagegen möglichst flach erfolgen. Die Einschnürung selbst ist für die Wirkung der Spule wesentlich und muß so stark als möglich sein, nahezu bis zum Nullwert reichen.

Auf welche Weise sich diese Bedingungen erreichen lassen, zeigen unsere Beispiele, denen die Annahme zu grunde liegt, daß die Spule zwischen zwei Freileitungen geschaltet ist, deren Wellenwiderstände addiert 1000 Ω betragen. Die Charakteristik der Spule muß so hoch liegen, daß die Wellenwiderstände der Anschlußleitungen zur Dämpfung der Spuleneigenschwingungen ausreichen, erst dann erfüllt die Spule den Zweck des Schutzes. Es wäre verfehlt, bei zu kleiner Spulencharakteristik die Dämpfung durch Ohmsche Parallelwiderstände erreichen zu wollen, denn die Einschnürung der Welle würde dadurch verringert, die Schutzwirkung der Spule also stark beeinträchtigt werden. Von Vorteil ist es, die Spuleninduktivität noch auf ein Mehrfaches des zur Dämpfung gerade erforderlichen Betrages zu erhöhen. Der erforderliche Grad dieser Erhöhung wird durch die Höhe der gewünschten Schutzwirkung bestimmt, für die der Spannungsanstieg hinter der Einschnürung ein Maß bildet.

Bei Kabeln, deren Wellenwiderstand etwa den zehnten Teil desjenigen von Freileitungen beträgt, braucht auch eine Spule nur den zehnten Teil der Induktivität einer Freileitungsspule zu besitzen, um gleichen Schutz zu gewähren wie diese.

Eine Überbrückung durch verhältnismäßig hohe Ohmsche Widerstände, wie sie bei Erörterung des Schutzes gegen periodische Schwingungserscheinungen empfohlen wurde, beeinträchtigt natürlich den Sprungwellenschutz kaum merkbar und wird daher mit Vorteil durchweg vorzunehmen sein.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Statistik der Funkentelegraphenstationen.

Im April d. J. ist die 5. Auflage des vom Internationalen Bureau des Welttelegraphenvereines herausgegebenen Internationalen Verzeichnisses der Funkentelegraphenstationen erschienen*). Das Verzeichnis kennt anscheinend den Weltkrieg nicht. Es beachtet nicht die Besitzänderungen, die zum Beispiel durch den vorläufigen Verlust der deutschen Kolonien in den überseeischen Küstenstationen eingetreten sind, es nimmt nicht Rücksicht auf die Schiffsverluste der Entente — so wird zum Beispiel noch immer der Cunarddampfer „Lusitania" mitgeführt, der bekanntlich bald nach Kriegsausbruch versenkt wurde — und es enthält auch naturgemäß die gewiß nicht geringe Zahl der lediglich den Zwecken des Krieges dienenden und im Krieg entstandenen Stationen. Immerhin

*) Diesem folgten am 15. Mai und am 15. Juni zwei „Nachträge", die die unterdessen neu eröffneten Stationen enthalten.

	Küstenstationen						Bordstationen					
	Anzahl der Stationen	Davon nach dem System			Davon dienen dem		Anzahl der Stationen	Davon nach dem System			Stationen auf	
		Telefunken	Marconi	Verschiedene	allgemeinen öffentl. Verkehr	Dienstverkehr (Seenot)		Telefunken	Marconi	Verschiedene	Kriegsschiffen	Handelsschiffen
Europa:												
Belgien	1	—	1	—	1	—	19	—	19	—	—	19
Bulgarien	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Dänemark	9	7	—	2	3	6	94	11	6	16	61	33
Deutschland	17	17	—	—	7	10	622	483	—	2	140	482
Frankreich	18	—	—	18	12	6	349	—	73	276	187	—
Gibraltar	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Griechenland	5	4	1	—	—	5	58	18	28	2	28	30
Großbritannien	57	—	53	4	9	48	1483	99	1359	25	511[1])	972
Italien	24	—	14	—	15	9	201	—	201	—	110	91
Malta	3	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Monaco	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—
Niederlande	9	2	—	4	1	8	153	30	92	31	29	124
Norwegen	8	7	—	—	7	1	130	11	57	23	38	92
Österreich-Ungarn	4	4	—	—	3	1	96	95	—	1	62	34
Portugal	7	—	2	5	7	—	42	2	31	8	20	—
Rumänien	1	—	—	1	1	—	5	—	—	5	—	5
Rußland	32	15	—	3	19	13	150	21	8	34	84	66
Schweden	7	4	—	—	7	—	93	47	8	—	16	77
Spanien	24	12	11	1	10	14	134	10	89	1	54[2])	80
Summe	229	73	83	38	—	—	3630	827	1971	425	1341	2105
Asien:												
Britisch Indien	9	—	5	4	9	—	3	—	3	—	—	3
Ceylon	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
China	11[3])	8	—	3	6	4	31	—	—	—	31	—
Cocos- oder Keeling-Inseln	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Französisch Indochina	4	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—
Hongkong	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
Japan	16	1	—	11	11	5	197	—	—	132	64	133
Niederländisch-Indien	5	5	—	—	5	—	23	2	17	4	1	22
Nord-Borneo	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Philippinen	18	13	—	15	7	11	—	—	—	—	—	—
Siam	2	2	—	—	—	2	3	—	—	—	3	—
Summe	68	20	7	37	—	—	258	2	21	136	99	159
Afrika:												
Ägypten	2	1	1	—	2	—	1[4])	—	1	—	—	—
Algier	2	—	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—
Belgisch Kongo	1	—		1	1		—	—	—	—	—	—
Britisch Somaliland	2	—	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—
Deutsches Schutzgebiet	5	5	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—
Erythrea	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Französisch Äquatorialafrika	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
„ Westafrika	5	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—	—
Goldküste	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Golf von Guinea	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Italienisch Somaliland	12	—	12	—	12	—	—	—	—	—	—	—
Liberia	2	1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—
Madagaskar	4	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—
Marokko	7[5])	3	—	4	3	—	4	—	—	4	—	4
Nigeria	1	1			1	—	—	—	—	—	—	—
Portugisisch Ostafrika	3	2	1		3	—	—	—	—	—	—	—
Sierra Leone	1	1		—	1	—	—	—	—	—	—	—
Südafrikanischer Bund	2	—	2	—	2	—	1	—	1	—	—	1
Tunis	2	—	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—
Zanzibar	2	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—
Summe	57	15	20	22	—	—	6	—	2	4	—	5

[1]) Darunter 36 Torpedoboote. — [2]) Darunter 8 Unterseeboote und 17 Torpedoboote. — [3]) Darunter die deutsche Telefunkenstation Tsingtau (Signalberg). — [4]) Yacht des Khedive. — [5]) Darunter 3 spanische Telefunkenstationen.

Digitized by Google

	Küstenstationen						Bordstationen					
	Anzahl der Stationen	Davon nach dem System			Davon dienen dem		Anzahl der Stationen	Davon nach dem System			Stationen auf	
		Telefunken	Marconi	Verschiedene	allgemeinen öffentl. Verkehr	Dienstverkehr (Seenot)		Telefunken	Marconi	Verschiedene	Kriegsschiffen	Handelsschiffen
Amerika:												
Alaska	46	2	4	40	20	16	—	—	—	—	—	—
Argentinien	20	20	—	—	11	9	76	57	19	—	38	38
Brasilien	36	19	11	3	18	18	94	—	88	5	35[1])	59
Britisch Guyana	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
„ Honduras	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
„ Westindien	5	—	2	2	4	1	—	—	—	—	—	—
Canada	45	—	44	1	42	3	93	—	82	10	2	91
Chile	8	1	7	—	3	5	30	—	5	—	26	4
Columbien	1	1	—	—	1		—	—	—	—	—	—
Cuba	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Curaçao	3	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Dominikanische Republik	2	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—
Falkland-Inseln	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Martinique	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
Mexico	13	8	—	5	13	—	6	—	5	1	1	5
Neufundland	10	—	10	—	10	—	12	—	12	—	—	12
Panama	3	—	—	3	2	1	—	—	—	—	—	—
Porto Rico	2	—	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—
Uruguay	3	3	—	—	1	—	6	6	—	—	5	1
Vereinigte Staaten von Amerika	171	2	70	99	60	111	1154	37	558	579	466	688
Wind ward Passage (Jamaica)	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	373	59	151	159	—	—	1472	100	770	595	573	899
Australien und Ozeanien:												
Australischer Staatenbund	20	1	—	19	20	—	40	11	19	—	19	21
Fidji-Inseln	3	—	3	—	3		—	—	—	—	—	—
Französisch-Ozeanien (Papete)	1	—	—	1	1	—	—	—		—	—	—
Karolinen	1[2])	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Marianen	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
Marshall-Inseln	1[3])	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Palau-Inseln	1[4])	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Neu-Caledonien	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Neu-Seeland	4	4	—	—	4	—	25	6	19	—	—	25
Samoa-Inseln	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Sandwich-Inseln (Hawai)	10	—	7	3	8	2	—	—	—	—	—	—
Summe	44	8	10	26	—	—	65	17	38	—	19	46
Zusammenstellung:												
Europa	229	73	83	38	—	—	3630	827	1971	425	1341	2105
Asien	68	20	7	37	—	—	258	2	21	136	99	159
Afrika	57	15	20	22	—	—	6	—	2	4	—	5
Amerika	373	59	151	159	—	—	1472	100	770	595	573	899
Australien	44	8	10	26	—	—	65	17	38	—	19	46
Gesamtsumme	771	175	271	282	—	—	5431	946	2802	1160	2032	3214
Stationen nach dem 4. Verzeichnis 1915[5])	706	150	225	331	—	—	4846	807	1894	2145	1818	3028

[1]) Darunter 8 Unterseeboote. — [2]) Deutsche Station Jap. — [3]) Deutsche Station Nauru. — [4]) Deutsche Station Angaur. — [5]) Nach E. T. Z. 1915, Seite 538.

gibt das Verzeichnis aber ein Bild von der anwachsenden Ausbreitung dieses Verkehrsmittels auf der ganzen Erde*).

Die Statistik zerfällt in drei Abschnitte. Der erste Teil umfaßt die Liste der Stationen in alphabetischer Reihenfolge, der zweite Teil die Beschreibung der Stationen und der dritte gibt eine Übersicht der Gebühren im Verkehr zwischen zwei Stationen.

Das größte Interesse nimmt naturgemäß der zweite Teil in Anspruch, der, für Küstenstationen und Bordstationen getrennt — die im Inneren des Landes bestehenden Stationen sind nicht verzeichnet — die wesentlichen Daten der Stationen, nach den Ländern in alphabetischer Reihenfolge geordnet, angibt. Von jeder Station ist das Rufzeichen, die geographische Lage und normale Reichweite sowie die Länge der erzeugten Wellen angegeben, ferner ist das Sendesystem bezeichnet; dann folgen Angaben darüber, ob die Station dem öffentlichen, privaten oder Dienstverkehr dient und endlich solche über die Gebühren (Küstengebühr oder Bordgebühr). Eine außerordentlich reichhaltige Liste von Anmerkungen gibt Aufschluß über den Eigentümer oder die den Betrieb führende Unternehmung und über sonstige Details.

*) Vgl. die zusammenfassenden statistischen Daten: E. u. M. 1912, Anh. Seite 64; 1913, Anh. Seite 639 und 1914, Anh. Seite 234.

Die vorstehende Tabelle faßt die Angaben dieses Teiles des Verzeichnisses übersichtlich zusammen*). Die Länder sind hiebei nach den fünf Weltteilen geordnet. Die Zusammenstellung am Schluß der Tabelle enthält die Gesamtzahl der Küsten- und Bordstationen der fünf Weltteile und deren Summe sowie zum Vergleich die Daten des letzten (4.) Verzeichnisses.

Nach dem Verzeichnis bestehen somit 771 Küstenstationen,
5431 Bordstationen,
Zusammen also 6202 Funkentelegraphenstationen gegen 5552 im Jahre 1915.

Von den verwendeten Sendesystemen sind nur die Systeme Telefunken und Marconi als die beiden bedeutendsten gesondert in der Tabelle angeführt worden; alle übrigen Systeme wurden unter „Verschiedene Systeme" zusammengefaßt. Das Telefunken-System der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie erscheint in den Abarten „Telefunken — tönende Funken", „Telefunken — langsame Funken" oder „wenig gedämpft" vertreten. Die deutschen Schiffe sind mit Stationen nach dem System Debeg (Deutsche Betriebsgesellschaft ausgerüstet. Auch das Mar-

*) Die Daten der beiden „Nachträge" sind mit aufgenommen worden.

Digitized by Google

coni-System tritt in den beiden Typen tönende und langsame Funken auf; dazu kommt noch das System Marconi-Englische Marine der britischen Bordstationen und das System Marconi-Massie in einer Station der Sandwich-Inseln. In den Niederlanden und in Portugal werden Bordstationen nach dem System Marconi-Telefunken angeführt. Das Poulsen-System wird von der Firma Det Kontinentale Syndicat for Poulsen Radiotelegrafi für einige dänische Bord- und Küstenstationen verwendet; amerikanische Bordstationen sind nach dem System Federal Poulsen Arc eingerichtet. In Frankreich findet weitaus in der Überzahl das System des französischen Staates und der französischen Marine Verwendung. Daneben finden wir dort und in französischen Kolonien vertreten das System der Soc. franç. radio-électrique und der Comp. générale radiotelegraphique sowie System Rochefort. Italienische Stationen sind ausnahmslos nach Marconi eingerichtet, dessen System auch den Funkenstationen Großbritanniens eigen ist. In wenigen Exemplaren wird das System Lodge-Muirhead angeführt. Das System Lepel-Löschfunken und das System Hirth ist wenig vertreten; einige Stationen in Portugal, Mexico und in den Vereinigten Staaten arbeiten nach System De Forest, In Rußland ist unter anderen das System der Comp. russe de télegraphes et des télephones sans fil und das System Willis-Boas — tönende Funken verbreitet. Die geringste Einheitlichkeit in dieser Hinsicht zeigen die Vereinigten Staaten, die nebst den Systemen der U. S. Army und U. S. Navy so ziemlich alle die erwähnten Systeme in ihren Stationen vertreten haben, dazu das System Fessenden, das der Wireless Specialty Apparatus Comp., Haller-Cunningham, Kilbourne und Clark (Alaska) u. a. In Kanada findet auch das System Shoemaker Verwendung. Die australischen Stationen sind nach dem System Commonwealth (Balsillie) und die japanischen nach dem System Teishinsho eingerichtet.

Von den im Verzeichnis angeführten Küstenstationen sollen nachstehend einige Daten über solche Großstationen gegeben werden, deren Reichweite über 1000 Seemeilen (1853 km) beträgt.

Von den Großstationen in Europa führt das Verzeichnis nur deren zwei an, die alte Marconistation in Poldhu an der äußersten Südwestspitze Englands mit 1853 km Reichweite, nach dem System Marconi-tönende Funken gebaut, die mit 2800 m langen Wellen sendet und die holländische Station Scheveningue-Port an der Nordseeküste, in der Nähe von S'Gravenhage; ihre Reichweite beträgt 2200 km. Die Station wird vom Staate betrieben und arbeitet mit einem „gemischten" Sendesystem, wie noch drei andere der holländischen Stationen, mit den Wellenlängen 300, 500, 600 (normal) und 800 m.

In Asien ist die Zahl der angeführten Großstationen eine größere. In China sind zehn Großstationen angegeben. Die französische Station Shangai-Zikawei nach dem System der Soc. française radio-électrique (Tonfunken) mit 600 (norm.), 900, 1800 m langen Wellen arbeitend, hat am Tag eine Reichweite von 930, nachts von 1850 km. Die Station verbreitet mit 600 m langen Wellen nach der Zeit des 120. Mer. östl. von Greenwich die vom Observatorium in Zikawei empfangenen Zeitsignale. Von der Telefunken-Gesellschaft sind sechs Großstationen nach dem System der tönenden Löschfunken für China ausgeführt worden, und zwar Canton, Foochow, Kalgan, Peking, Woosung und Wuchang; ihre Reichweite ist am Tag 1200, des Nachts 2400 km. Die Stationen arbeiten mit 600, 1200, 1800 und 2100 m langen Wellen, normale Wellenlänge ist 1600 m, Kalgan und Wuchang können auch mit 3000 m senden. Das Verzeichnis führt auch die deutsche Großstation in Tsingtau (Signalberg) an, die mit wenig gedämpften Funken arbeitende Telefunkenstation hatte nachts mit 600 m langen Wellen eine Reichweite von 3700 km. Sie gab mit 1250 m langen Wellen zweimal täglich automatisch regulierte Zeitsignale, ferner Taifunsignale und Sturmwarnungen (600 m Wellen) und Wettertelegramme. Für die Abgabe von Wetterberichten täglich einmal dient die französische Station Hanoï in Indochina, nach dem Tonfunkensystem des französischen Staates ausgeführt, mit fünf Wellenlängen 300, 600 (normal), 1800, 2400 und 3000 m sendend; Reichweite 1850 km. Das Kriegsamt der Vereinigten Staaten von Amerika betreibt unter den Stationen der Philippinen die größte, Fort Mills WVN, in der Bucht von Manila, mit 1850 km Reichweite; die Station arbeitet nach dem System der U. S. Army 120 mit 300, und 600 (norm.) m langen Wellen.

Nach Afrika übergehend, ist die am unteren Kongo liegende Station Banana, System Radio Electrique — tönende Funken, anzuführen; Reichweite 740 bis 1850 km, Wellenlänge 300 und 600 m (norm.). Die Italiener haben bekanntlich in Massana (Erythrea) am Roten Meer eine Marconistation für 3000 km Reichweite errichtet, die mit 4000 m langen Wellen arbeitet und mit der gleich starken Station Mogadiscio in Ital. Somaliland (Benadir) in Verbindung steht. In Französisch-Westafrika ist die Station Port-Etienne, Mauretanien, Levrier-Bai, nach dem System des französischen Staates — Telefunken, für 3000 km Reichweite (nachts) errichtet worden; sie arbeitet mit 300, 600 (norm.) und 2000 m langen Wellen.

In Amerika wurden viele Großstationen von beträchtlicher Reichweite in Betrieb gestellt. Die Station auf der Insel Fernando de Noronha an der Ostküste von Brasilien nach dem System der Compagnie générale radiotelegraphique hat eine Reichweite von 1850 km und sendet mit 300, 600 (norm.) und 1800 m langen Wellen. Chile besitzt zwei Großstationen, System Marconi-tönende Funken, Llanquihue und Punta Aremas, deren Reichweite 3700 km beträgt; sie arbeiten normal mit 600 m langen Wellen, können aber auch mit 2500, 3500 und 5000 m langen Wellen senden. Die Republik Columbien besitzt in Cartagena eine von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie betriebene Telefunkenstation mit tönenden Löschfunken, 600 und 1500 m (normal), 2000, 2500 und 3000 m langen Wellen, die eine Reichweite von 2200 km entwickelt. Vielfach wurde in der Zeitschrift die Großstation Darien, Panama, vom U. S. Naval Communication Service betrieben, erwähnt, die, nach dem System der amerikanischen Marine arbeitend, eine nominelle Reichweite von 1850 km aufweist. Die gleiche Reichweite wird von der Telefunkenstation Cerrito bei Montevideo in Uruguay angegeben, mit 600 (norm.), 1000 und 1250 m langen Wellen sendend.*)

Die größten Funkenstationen weist das Verzeichnis bei den Vereinigten Staaten von Amerika aus. Die Federal Poulsen Arc-Station in Los Angeles (Kalifornien) hat 1850 km Reichweite, arbeitet mit 300, 600 (norm.), 1800, 2800 und 3250 m langen Wellen. Nach dem gleichen System ist die Station South San Francisco eingerichtet, 4600 km Reichweite, die auch mit 5000, 8000 und 10 000 m langen Wellen senden kann. Beide Stationen gehören der Federal Telegraph Company. Die Marconi Wireless Telegraph Company of America betreibt in Bolinas (Kalif.) eine mit 6100 m langen Wellen arbeitende Großstation, die zum Unterschied mit den vorgenannten, dem Überseedienst zugewiesenen, nur mit Landstationen in Verbindung steht. Bekannt ist die Telefunkenstation Sayville**) (New-York, Long Island), vorläufig vom U. S. Naval Communication Service betrieben, deren Reichweite mit 8300 km angegeben ist; Wellenlängen 3900, 4700, 5200, 6300, 7800 und 9400 m. Ferner die nach dem System Goldschmidt und mit Lichtbogen arbeitende Station Tuckerton***) (New Jersey), im gleichen Betrieb stehende, 7400 km Reichweite, die mit 8600 m langen Wellen sendet; beide Großstationen stehen nur mit festen Stationen in Verbindung. In Virginia bei Washington D. C. hat der U. S. Naval Comm. Serv. nach dem System der amerikanischen Marine die Großstation Washington NAA eingerichtet, Reichweite 1850 km. Die Station sendet mit 2500 m langen Wellen täglich zweimal durch 5 Minuten Zeitsignale. Dabei wird jede Pendelschwingung der Normaluhr des Naval Observatory, Washington, als Punkt übertragen, unter Auslassung je der 29. Sekunde, der letzten fünf Sekunden einer jeden der ersten vier Minuten, der letzten zehn Sekunden der letzten Minute; um 12 h mittags und 10 h abends wird ein Strich übermittelt. Die von den Marineküstenstationen einlangenden Gefahrsignale (Wracke, Vertreiben von Leuchtfeuer) werden mit 2500 m langen Wellen täglich um 10 h abends verbreitet. Endlich betreibt die Marconi Wireless Tel. Comp. of America in Alaska zwei Großstationen in Juneau und Ketchikan (Alexanderarchipel), 2800 km Reichweite.

Der australische Staatenbund besitzt in Westaustralien die Station Perth Radio und in Neu Süd-Wales die Station Sydney Radio, nach dem System Commonwealth (Balsillie) und Telefunken, jede mit 2300 km Reichweite mit 2500 m langen Wellen; mit 600 m langen Wellen (norm.) ist die Reichweite nur 740 km. Ferner betreibt die Regierung von Französisch Ozeanien die Station Papeete IIe Tahiti, die bei 2000 m langen Wellen tagsüber auf 1850 km, nachts auf 3700 km reicht; sie ist nach dem System der Soc. franç. radio-électrique eingerichtet; die Station verbreitet täglich um 11 h vormittags und um 11 h nachts einen Wetterbericht mit 600 m langen Wellen. Hier sind noch die im Verzeichnis angeführten deutschen Stationen der Südsee Jap (Karolinen), Nauru (Marshall-Inseln), Telefunkenstationen von 2000 km Reichweite, zu erwähnen.

*) E. u. M. 1917, Seite 183; Anh. Seite 63.
**) E. u. M. 1914, Anh. Seite 415, 477.
***) E. u. M. 1914, Anh. Seite 501.

Digitized by Google

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Windkraft-Elektrizitätswerke. P. Schubach hebt die rasche Verbreitung solcher Werke in Dänemark hervor und sieht eine noch weitere Verbreitung auf dem Lande durch den Krieg voraus. Die Windstärke wird nach der Skala von Beaufort in zwölf Stufen von 1 bis 3 m/s bis zu 35 bis 40 m/s Geschwindigkeit des Windes eingeteilt. Auf Grund der Untersuchungen des Observatoriums in Lindenberg ist in den Niederungen in Meereshöhe die mittlere Windgeschwindigkeit 4·7 m/s. Sie steigt auf 8·9 m/s in 500 m Höhe, auf 9·2 in 1000 m und auf 9·4 m/s in 1500 m Höhe. Die dem Windrad zur Verfügung stehende Energie kann man aus der Projektion der gesamten Flügelfläche F in m² aus der Windgeschwindigkeit v in m/s nach der Formel berechnen $N = \gamma \cdot \frac{F \cdot v^2}{150\, g}$

Hiebei ist γ das Gewicht von 1 m³ Luft in kg und g die Beschleunigung der Schwere. Die nachstehende Tabelle gibt die Beziehungen zwischen der Größe des Windrades und der verlangten Leistung bei $v = 5$ und 7 m an.

Raddurchmesser d in m	2·5	3·0	3·5	4·0	4·5	5·0	5·5	6·0	6·5	7·0	7·5	8·0	8·5	9·0	10·0	11·0	12·0
F in m²	2·9	4·8	5·2	7·2	8 5	11·0	13·7	16·7	18·8	22·4	24·7	28·8	31·4	36·0	44·0	52·7	65·6
Leistung in PS bei einer Windgeschwindigkeit von 5 m/s.	0·16	0·25	0·3	0·5	0·75	1 0	1·25	1·5	1·75	2 0	2·25	2·5	2·75	3·0	4·0	5·0	6·0
Desgleichen bei einer Windgeschwindigkeit von 7 m/s.	0·6	0·75	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0	4·0	4·5	5·0	5·5	6·0	6·5	7·0	8·0	10·0	14·0

Der Verfasser beschreibt den Aufbau der Windturbine der Sächsischen Stahl-Windmotoren-Fabrik, G. R. Herzog, G. m. b. H. in Dresden. Das Windrad hat starre, fest vernietete Flügel aus Stahlblech von schraubenförmiger Oberfläche, das Drehmoment des Rades wird durch Kegelräder und eine senkrechte Welle auf ein Vorgelege übertragen, das die Dynamo antreibt. Eine beweglich gelagerte Hauptfahne stellt das Rad nach der Windrichtung ein, eine Seitenfahne reguliert nach der Windstärke. Das Windrad wird auf einen Holz- oder Eisenturm aufgestellt, derart, daß seine untere Kante alle im Umkreis von 200 bis 300 m vorhandenen Windhindernisse um 2 bis 3 m überragt.

Die ungleichmäßige Arbeitsweise der Dynamo erfordert selbstverständlich das parallele Arbeiten mit einer Batterie, die imstande sein muß, den Strombedarf für zwei Tage zu decken. Es ist nun die Aufgabe von Reguliereinrichtungen, die Betriebsverhältnisse der sich ändernden Tourenzahl anzupassen. Zwischen Dynamo und Batterie muß ein elektromagnetischer Ausschalter angeordnet sein, welcher die Verbindung beim Sinken der Tourenzahl unter eine bestimmte Größe löst. Bei steigender Tourenzahl muß durch einen vom Strom abhängigen Regler Widerstand in den Feldstromkreis der Dynamo eingeschaltet werden. Ein Doppelzellenschalter sorgt für die Aufrechterhaltung einer konstanten Sammelschienenspannung. Die Regelung kann auch durch eine Gegen-Compoundwicklung der Dynamo bewirkt werden, die bei steigender Windstärke, also bei steigender Stromstärke entmagnetisierend auf das Feld einwirkt. Bei den Windelektrizitätswerken in Dänemark wird die Regelung auf mechanische Weise erzielt. Das Windrad wirkt durch einen Riemen auf eine Riemenscheibe, die auf einem gewichtsbelasteten Hebel sitzt; von dieser aus findet eine zweite Riemenübertragung auf die Dynamo statt. Durch das Gewicht wird die Riemenspannung geregelt. Bei steigender Windgeschwindigkeit über ein normales Maß gleitet der Riemen; das der Dynamo erteilte Drehmoment bleibt mit wachsendem Gleiten, also mit wachsender Geschwindigkeit des Rades konstant.

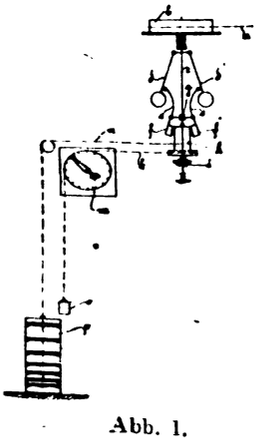


Abb. 1.

Zwischen Dynamo und Batterie ist ein selbsttätiger elektromagnetischer Ausschalter mit einer Strom- und einer Spannungsspule, der sogenannte Coursche Schlüssel, eingeschaltet. Die Betriebskosten werden mit 4 bis 7 Pf. für die PS/h oder 120 bis 210 Mark pro Jahr und PS angegeben, einschließlich Verzinsung, Tilgung und Bedienung. (Helios 24, Nr. 17.)

Anschließend daran soll ein Regler für Windkraftmaschinen zum Dynamoantrieb besprochen werden, der von Franz R. Heddinga in Uttum, Kr. Emden, patentiert worden ist*). Die Windkraftmaschine treibt mittels Riemen a und Scheibe b die Reglerspindel c an. Die Arme d des Pendelregulators sind gelenkig mit den auf der Hülse g sitzenden Armen e verbunden und nehmen bei Überschreiten der Höchstgeschwindigkeit mittels der Backen f die Seiltrommel h mit. Dadurch wird über das Seil n eine Gewichtsbatterie p, aus einer Anzahl nacheinander abzuhebende Gewichter bestehend, mitgenommen, so weit, bis die Kupplungskraft der Backen nicht mehr ausreicht, die Trommel h mitzunehmen. Mit der Trommel h ist aber auch eine Rillenscheibe verdreht und eine durch Gewicht o gespannte Schnur k verschoben worden, durch die der Widerstandsarm eines die Spannung der Dynamo regelnden, und zwar herabsetzenden Widerstandes m verstellt wird.

*) D. R. P. Nr. 294 671.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Neuere Einrichtungen für den Kesselbetrieb von Dampfkraftwerken. Dr. K. Klein. Die stark gestiegenen Kohlenpreise und die dauernd steigenden Löhne zwingen mehr als je mit allen Mitteln die Unkosten des Kesselbetriebes so gering als irgend erreichbar zu halten und für eine tunlichst weitgetriebene Ausnutzung von Kesselsystem, Feuerung und Brennstoff besorgt zu sein, um den Brennstoff, soweit als praktisch durchführbar auszunutzen, bei möglichst geringer Abnutzung und Verschleiß der Roste und des Kessels. Um dem außerordentlichen Verschleiß an Kettenrostgliedern und Abstreifern, der hauptsächlich durch Verwendung ungeeigneter Magerkohle in dem städtischen Elektrizitätswerk Offenbach a. M. verursacht wurde, beizukommen, unternahm der Berichterstatter in dem genannten Werk Versuche mit Kettenrostgliedern aus gewalztem Materiale an Stelle von Gußrostgliedern, die für dortige Kesselverhältnisse von der Vervoortschen Stahlrost Ges. in Düsseldorf besonders hergestellt wurden. Nach kurzer Betriebszeit dieser Roste mit Walzgliedern stellte es sich heraus, daß dieselben wesentlich besser als die Gußglieder waren. Sie zeigten nicht den Nachteil des Brechens und auch nicht die weiteren sehr wesentlichen Nachteile der Gußglieder, nämlich das Wachsen der Roststäbe und hiedurch starke Verringerung der freien Rostfläche. Während die Gußglieder bei Verwendung von Fettflamm-Nußkohlen durchschnittlich nur für 4000 Betriebsstunden und bei Verwendung von Magerkohlen sogar nur 3000 Betriebsstunden benutzt werden konnten, haben die Walzglieder eine Lebensdauer bis zu 7800 Betriebsstunden erreicht und dabei zum größeren Teil noch den Eindruck von wenig gebrauchten Gliedern gemacht. Weiters werden an Stelle der bei den bisherigen Gußrost-Bauarten verwendeten dicken Treibglieder dünne Glieder von 22 mm Stärke verwendet, was eine weitere Verbesserung insoferne ausmacht, als die Verbrennung gleichmäßiger wird und das ganze Gewicht des Rostes erheblich leichter gewählt werden kann. Bei den im Kriege gelieferten, sehr minderwertigen Kohlen ist die Frage eines besonders widerstandsfähigen Rostes im Interesse der ungestörten Aufrechterhaltung des Betriebes sowie der Ersparnisse an Materialien und an Instandhaltungskosten äußerst wichtig.

An Stelle der Abstreifer die gleichfalls einem starken, Verschleiß unterworfen sind, werden in dem Offenbacher Elektrizitätswerk Feuerbrücken mit Staupendeln von Steinmüller in Gummersbach verwendet. Bei diesem System sind an der wassergekühlten Feuerbrücke eine Anzahl von Staupendeln aufgehängt, die nach hinten ausschwingen und von denen jedes für sich mit einem einstellbaren Gegengewicht ausgestattet ist. Die Pendel sind dabei mit Luftschlitzen und Kühlrippen versehen. Die auf diese Weise dem Roste zugeführte Luft erwärmt sich an der Schlacke, fördert den Verbrennungsvorgang bis zur restlosen Verbrennung des Feuerungsmateriales und schont dabei die Pendel. Es kann daher im Gegensatze zum Betriebe mit ruhenden Abstreifern, mit dem Feuer bis an die Staupendel herangefahren werden. Auch erfordert der Betrieb mit Staupendeln weniger geschultes Heizerpersonal. Vor dem betreffenden Staupendel staut sich die Asche bis zu einer Höhe, die den mit dem Gegengewichte eingestellten Andruck des Pendels überwindet, worauf das betreffende Pendel nach hinten ausschwingt und die Asche wie die Schlacke selbsttätig unter der Feuerbrücke in den Schlackenabfall hinuntergleitet, ohne daß ein Öffnen von Schlackenklappen oder das Hinüberstoßen großer Schlackenkuchen erforderlich wird. Außer dem verringerten Zugverlust gewährleisten die Staupendel durch die restlose Verbrennung der Feuerungsrückstände und durch die volle Ausnutzung des Rostes für die Verbrennung eine Zunahme der Rostleistung und eine merkbare Erhöhung des Kohlen-

Digitized by Google

säuregehaltes der Feuergase, also eine Zunahme des Nutzeffektes. Endlich ist die Lebensdauer der Staupendel erheblich größer als die der ruhenden Abstreifer und ermöglicht die Feuerbrücke mit Staupendeln, die wirtschaftliche Verfeuerung von minderwertigen Brennstoffen. Um bei wirtschaftlichem Betriebe die Luftzuführung und Mischung den jeweiligen Belastungsverhältnissen und Verbrennungsvorgängen im Kessel anzupassen, wurden sämtliche Kettenroste des Kraftwerkes für Unterwindfeuerung eingerichtet. Es wurde dies in einfacher Weise dadurch ausgeführt, daß die Kettenrostwagen mit ihrem aus dem gemauerten Feuerraum herausstehenden Teile durch eine leicht zu öffnende Blechverkleidung nach außen abgeschlossen wurden. Für jeden Kesselblock von zwei Kesseln mit insgesamt vier Rosten wurde im Keller des Kesselhauses ein besonderer Ventilator der Firma G. Schiele & Co. in Frankfurt a. M. aufgestellt. Durch die Unterwindzuführungen ist es gelungen, trotz minderwertigem Brennmaterial bei gleichzeitig stark steigender Inanspruchnahme des Kraftwerkes den Kesselbetrieb störungsfrei aufrechtzuerhalten. Die Leistung der Kesselanlage konnte bei dem bisher intermittierenden Betriebe der Unterwindfeuerung um etwa 8% gesteigert werden. Die Deutschen Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke in Oberhausen, welche die regelbare Unterwindfeuerung herstellen, gewährleisten jedoch bei Dauerbetrieb eine Leistungssteigerung des Kessels von 15%.

Um die Anlage von der mangelhaften Aufsicht ungeschulter Heizer unabhängiger zu machen und um gleichzeitig eine höhere Wirtschaftlichkeit des gesamten Kesselbetriebes zu erzielen, wurde bei der Einführung der Unterwindfeuerung der Einbau von Reglern für ausgeglichenen Zug nach dem System der Feuerungstechnischen Gesellschaft m. b. H. Friedrich Lux in Ludwigshafen vorgesehen. Bei diesem Verfahren dient die saugende Wirkung des Schornsteins nur noch zur Abführung der Verbrennungsgase in dem Maße wie sie erzeugt werden. An Stelle des Heizres tritt ein gleichmäßig arbeitender Regler, der selbsttätig bei sinkendem Dampfdruck dem Brennstoffe mehr Luft zuführt, bei Näherung des Dampfdruckes an die vorgeschriebene Grenze dagegen die Luftzufuhr vermindert und daher bei Belastungsschwankungen den Dampfdruck selbsttätig auf der gewünschten gleichmäßigen Höhe hält. Zu diesem Zweck wird der Unterwindregler durch den Dampfdruck selbst gesteuert. Hiezu dient eine Bourdonsche Röhre, die bei Streckung auf einen Anker nebst Klinke einwirkt. Die Bewegung dieser Klinke wird durch Zahntrieb und Schnecke auf einen Hebel übertragen, der seinerseits durch Seilzug die Drosselklappe in der Windleitung entsprechend öffnet oder schließt. Hiedurch verändert sich der Druck unter dem Roste und ebenso der Druck im Feuerraume. Der Druck steigt, je mehr Luft den Heizgasen zugeführt wird, und fällt, je weniger Luft unter den Rost tritt. Durch den Druck im Feuerraum wird ein zweiter mit dem Feuerraume durch eine Rohrleitung in Verbindung stehender Regler, der Rauchschieberregler beeinflußt. Dieser stellt selbsttätig den Rauchschieber in Abhängigkeit von den Veränderungen in der Menge des zugeführten Unterdruckes derart ein, daß bei verstärkter Luftzuführung der Rauchschieber mehr geöffnet wird, um die größeren Mengen von Verbrennungsgasen abzuführen und umgekehrt. Von dem Unterwindregler unterscheidet er sich nur dadurch, daß an Stelle der Bourdonschen Röhre eine in den Stutzen eingebaute Membrane die Verschiebung des Ankers bewirkt. Die Rauchschieberstellung paßt sich daher der zugeführten Luftmenge an, so daß der Zug im Feuerraume nie größer wird, als gerade zur Abführung der Heizgase erforderlich ist. Die Bourdonsche Röhre im Unterwindregler ist äußerst empfindlich und spricht schon auf eine Änderung des Dampfdruckes um $^1/_{10}$ bis $^2/_{10}$ at an. Während ein Unterwindregler für mehrere Kessel mit gemeinsamer Dampfleitung ausreicht, bedarf jeder Kessel eines besonderen Rauchschieberreglers. Bei Antrieb des Ventilators für Unterwinderzeugung durch einen Elektromotor, wird durch den Unterwindregler entweder die Umlaufszahl des Antriebsmotors eingestellt oder eine Drosselklappe für die Luftzuführung zum Ventilator gesteuert.

Der Betrieb mit Unterwindfeuerung gab auch in Mischung mit feinkörnigen Brennstoffen vorzügliche Resultate. Bei Verfeuerung guter Nußkohle konnte bis zu 30% Koksgruß der Kohle beigemengt und anstandslos mit der Unterwindfeuerung verfeuert werden, so daß die Mitverwendung wesentlich billigerer Brennstoffe nicht nur die Kohlenvorräte streckt, sondern auch die Dampfpreise entsprechend vermindert. Voraussetzung für den störungsfreien Betrieb ist eine möglichst gleichmäßige Bedeckung der Roste mit dem Feuerungsmaterial. Zum Schlusse bespricht der Berichterstatter eine bei allen Kesseln des Offenbacher Kraftwerkes getroffene Betriebsverbesserung der bisherigen Wasserreinigung durch eine Einrichtung zur andauernden Schlammrückführung aus den Kesseln in den Wasserreiniger nach dem Patente der Apparatebauanstalt Ph. Müller in Stuttgart. Diese fortgesetzte Schlammrückführung aus dem Kessel bewirkt, daß die im Kessel bei der Nachreaktion sich noch ausscheidenden Kesselsteinbildner dauernd in den Wasserreiniger zurückgeführt werden, ehe sie sich an den Kesselwandungen festsetzen und Beschädigungen derselben herbeiführen können.

(E. K. B., 14. 5. 1918.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Kraftverbrauch der Kunstdüngerfabriken. J. E. Mellet beschäftigt sich in einer beachtenswerten, mit Photographien und Diagrammen versehenen Abhandlung mit den Vorteilen, die der elektrische Antrieb bei der Kunstdüngererzeugung bietet. In den Vereinigten Staaten wurden im Jahre 1914 in über 1200 Werken 7 500 000 t Kunstdünger erzeugt. Alle derzeit neu errichteten und viele schon früher bestehenden Fabriken weisen elektrischen Antrieb der Arbeitsmaschinen auf. Ein gewisses Interesse besitzen die Angaben über den Kraftverbrauch bei der Superphosphatfabrikation, die bekanntlich in der Aufschließung natürlicher Phosphorite oder von Knochen mittels Schwefelsäure besteht. Das erste Erfordernis ist hiebei die Überführung der Rohmaterialien in ein feines Mehl. Der Kraftverbrauch der Mühle beträgt je nach ihrer Konstruktion 8 bis 16 PS pro t Mahlgut, worin auch schon der Antrieb der notwendigen Fördervorrichtungen einbezogen ist. Der Antrieb der Rührvorrichtung in der Aufschließmaschine erfordert 8 PS bei einem 1 t-Mischer und 12 PS bei einem 2 t-Mischer. In einer Fabrik wurden zur Erzeugung von 1 t Superphosphat durchschnittlich 16·4 kWh verbraucht. Für den Antrieb der Ventilatoren und Pumpen bei der Herstellung der Schwefelsäure im Bleikammerbetriebe waren im Durchschnitt 17·5 kWh pro t erzeugte Säure notwendig. Das Mischen des Superphosphates mit anderen Düngemitteln (Kalisalzen, Stickstoffverbindungen) und die Verladearbeiten beanspruchen durchschnittlich 2·12 kWh pro t fertigen Kunstdünger. Der gesamte Kraftverbrauch verteilt sich folgendermaßen: Mahlen und Mischen mit Schwefelsäure 37·5 bis 45·0%, Erzeugung der Schwefelsäure 35·5 bis 40·0%, Mischen, Füllen in Säcke und Verladen 9 bis 19%, Beleuchtung und Verschiedenes 4·5 bis 8%. Der Anschluß an eine Kraftzentrale bedeutet für das Werk eine große Ersparnis. So betrugen zum Beispiel in einer an eine Kraftzentrale angeschlossenen Fabrik die Kraftkosten 0·636 Doll. pro t gegenüber 1·086 Doll. in einer Fabrik mit eigener elektrischer Kraftanlage. Viele Werke benutzen 220 V-Motoren und wenige solche von 2300 V. Die Isolierung der letzteren leidet sehr durch die Einwirkung der bei der Fabrikation entstehenden sauren Dämpfe, während die 220 V-Maschinen viel Kupfer beanspruchen. Am besten haben sich in Kunstdüngerfabriken die 440- oder 550 V-Motoren bewährt.

(General Electric Rev. 21. 2. 1918.)

Literatur-Bericht.

Differentialrechnung unter Berücksichtigung der praktischen Anwendung in der Technik mit zahlreichen Beispielen und Aufgaben versehen von Dr. Martin Lindow, Studienrat, Münster i. W. Zweite Auflage. Mit 45 Figuren im Text und 161 Aufgaben. (Aus Natur und Geisteswelt Nr. 387.) Leipzig und Berlin 1918. Verlag von B. G. Teubner (Preis geb. Mk. 2·70).

Im 197. Bändchen der bekannten und mit Recht sehr beliebten Teubnerschen Sammlung: „Aus Natur und Geisteswelt" macht Kowalewski den Versuch, die Grundlagen der Infinidezimalrechnung in knapper Form rein theoretisch und streng mathematisch darzustellen. Im Gegensatze hiezu hat sich Lindow im 387. Bändchen die Aufgabe gestellt, die notwendigsten Grundlehren der Differential- und Integralrechnung so vorzuführen, daß der Praktiker daraus unmittelbaren Nutzen zu ziehen vermag. Für den Erfolg dieses Unternehmens bildet der Umstand einen sprechenden Beweis, daß es bei der zweiten Auflage bereits notwendig war, die beiden Hauptgebiete zu trennen und den Stoff auf zwei Bändchen aufzuteilen, so daß das uns vorliegende 387. Bändchen nur mehr die Differentialrechnung enthält, die Integralrechnung jedoch der gesonderten Nummer 673 zugewiesen wurde. Neben der geschickten Stoffwahl, übersichtlichen Gliederung und lebendigen, auf die geometrische Versinnlichung sich stützenden Darstellung sind dem Buche vor allem zwei Vorzüge nachzurühmen. Der eine ist die erfolgreiche Einbeziehung auch schwierigerer Probleme in den elementarsten Darstellungsrahmen. Sie ist augenscheinlich aus dem Bestreben entstanden, mehr als das Allergewöhnlichste zu bieten, welchem Bestreben wieder die sehr berechtigte Ansicht zugrundeliegen dürfte, daß eine für den Praktiker nützliche und brauchbare Einführung heute ziemlich weit gehen muß. Der andere Vorzug ist die eigenartige Verwebung von Theorie und Praxis, die vollständige Durchdringung von Lehre und Beispiel.

Digitized by Google

Kaum ist eine Erkenntnis gewonnen, so wird auch schon ihre Verwertungsmöglichkeit, oft nach mehreren Seiten, gezeigt und es bleibt dem Leser gar keine Zeit zu der bekannten Entmutigungsfrage: „Ja, wozu dient denn das eigentlich?“, die das Studium so mancher vortrefflicher, ja berühmter Werke für viele so unerquicklich macht. *Dr. G. Dimmer.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Beleuchtung.

Bogenlampen.

Elektroden für Bogenlampen.

Einige Patente über Elektroden wurden von Gebr. Siemens & Co. in Berlin-Lichtenberg genommen:

Ein Verfahren zur Herstellung von Elektroden, die nicht ausschließlich aus Metall bestehen, kennzeichnet sich dadurch, daß sie mit Hilfe eines bei verhältnismäßig niedriger Temperatur erhärtenden Bindemittels geformt und hierauf durch einfaches Trocknen oder mäßiges Erhitzen fertig gemacht werden. Ein geeignetes Bindemittel dieser Art sind die löslichen Kondensationsprodukte von Formaldehyd und Phenolen, zum Beispiel Bakelit. Es genügt schon eine ganz geringe Menge von 1 bis 2% Bakelit, um feste und widerstandsfähige Kohlen von hoher Leitfähigkeit zu erzielen. (D. R. P. Nr. 289 645.)

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung werden die Elektroden zunächst ohne Zuhilfenahme eines Bindemittels oder mit einem Teil des Bindemittels geformt, alsdann mit einem bei relativ niedriger Temperatur erhärtenden Bindemittel getränkt und hierauf durch einfaches Trocknen oder mäßiges Erhitzen fertiggemacht. (D. R. P. Nr. 291 277.)

Bei einer Effektbogenlampe der Firma enthält die negative Elektrode vorwiegend oder ausschließlich Salze der Alkalien (Karbonate, Borate oder dgl.), und zwar derart, daß die Salze in der Masse der Elektrode gleichmäßig verteilt sind, während die positive Elektrode hauptsächlich die Leuchtzusätze enthält, zum Zweck, die Schlackenbildung an der negativen Elektrode zu verhindern. (D. R. P. Nr. 292 068.)

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin hat eine Bogenlampe mit eingeschlossenem Lichtbogen angegeben, bei der Wolframelektroden in einer Atmosphäre von Argon oder anderen Edelgasen oder Gemischen von solchen zur Verwendung gelangen. Den Edelgasen können andere indifferente Gase zugesetzt sein, um die Spannung zu beeinflussen. Die Wolframelektroden erhalten eine für die Erniedrigung der Abkühlung günstige Form, in der Weise, daß ihr nicht leuchtender Teil eine geringere Oberfläche für die Längeneinheit aufweist als der leuchtende Teil, indem sie beispielsweise aus Drähten bestehen, welche am freien Ende ein Köpfchen tragen oder daselbst schraubenlinienförmig gewunden sind. (D. R. P. Nr. 295 310.)

Die negative Bogenlichtelektrode nimmt bekanntlich an der Gesamtlichtausstrahlung, soweit es sich um Lichtbögen zwischen Reinkohlen handelt, nur in einem sehr geringen Umfange teil. Dagegen beeinträchtigt sie in vielen Fällen stark die gleichmäßige Ausstrahlung des Lichtes und erzeugt in ihrer Richtung einen mehr oder minder breiten und dem Beleuchtungstechniker sehr unerwünschten Schattenkegel. Die Firma Planiawerke, Akt.-Ges. für Kohlenfabrikation in Ratibor hat nun eine Einrichtung zur Erzeugung stabiler elektrischer Flammenbögen bei hoher Querschnittsbelastung der Elektroden angegeben, die diesen Übelstand dadurch vermeidet, daß der Widerstand der negativen Kohle durch geeignete Wahl des Kohlenmaterials ohne Verwendung von Metall bedeutend herabgesetzt wird. Dies geschieht am einfachsten, indem man der Kohlenmasse einen bestimmten Prozentsatz von Graphit beimengt. Praktisch genügt es bereits, wenn man der Kohlenmasse etwa 30 bis 50% ihres Gewichtes in reinstem, gut leitendem Graphit hinzufügt, wodurch der Widerstand auf annähernd die Hälfte des ursprünglichen Betrages herabgesetzt wird. (D. R. P. Nr. 293 158.)

Ein Verfahren zur Herstellung von Metallmänteln auf Bogenlampenkohlen der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin besteht darin, daß die Kohle zunächst durch eines der bekannten trockenen Verfahren mit einer dünnen Metallschicht überzogen wird, die später auf galvanischem Wege auf die erforderliche Stärke gebracht wird. (D. R. P. Nr. 289 589.)

Eine Reihe von Patenten auf Bogenlampenelektroden wurde der Firma C. Conradty in Nürnberg erteilt.

Eine Bogenlichtelektrode mit einem um den Docht gelegten Metallröhrchen kennzeichnet sich dadurch, daß auf die Kohle zum Zwecke des Festhaltens der Kontaktfahne eine Metallhülse aufgeschoben ist. Zu diesem Zwecke kann die Kohle um die Stärke der Hülse eingefräst werden. Der Docht kann auf eine bestimmte Länge fortgelassen werden und an seine Stelle ein Metallstift mit vernietetem Knopf eingeschoben sein. (D. R. P. Nr. 292 316.)

Nach einem Verfahren zur Herstellung eines sicheren Kontaktes bei Bogenlichtelektroden mit einem eingeführten metallischen Leiter wird der Dochtstab erst in ein geschlitztes Metallrohr eingeführt und dann unter Kraftanwendung in den Kohlenmantel eingeschoben. (D. R. P. Nr. 295 358.)

Bei Elektroden für hohe Stromstärken mit eingeführtem, metallischem Rohre sind die Wandungen des Rohres, zum Beispiel durch Einschlagen stumpfer Dorne, außen und innen mit Unebenheiten versehen. (D. R. P. Nr. 295 599.)

Bei Effektbogenlampen, in denen positive Elektroden mit einem Chemikaliengemisch an der Außenseite der Kohle brennen, wird die andere Elektrode mit Schlitzdochten und Längskanal versehen. Die Gegenelektrode (also bei Gleichstrom die negative) besitzt an Stelle der bekannten mehrfachen Schlitzdochte nur mehr einen oder zwei peripherische Längsdochte und Längskanal. (D. R. P. Nr. 295 673 und Nr. 296 868.)

Scheinwerfer.

Eine Bogenlampe zur Erzeugung von Lichtblitzen wurde von der Firma Schwabe & Co. in Berlin angegeben. Es gibt derartige Lampen, bei denen die Kohlen beim Schließen eines im Lampenstromkreis liegenden Schalters durch eine Hauptstromwicklung zur Erzeugung des Lichtbogens und Abreißens derselben voneinander getrennt werden. Gemäß der Erfindung versieht man die Lampe noch mit einer Nebenschlußwicklung, welche die Kohlen, wenn der Hauptstrom durch Erlöschen des Lichtbogens unterbrochen ist, in ihrer größten Entfernung solange festhält, bis auch der den Nebenschluß durchfließende Strom durch Öffnung des Schalters unterbrochen wird. Auf diese Weise wird vermieden, daß der Schalter unter hoher Belastung geöffnet wird, ferner werden alle Mittel überflüssig, um die Annäherungsbewegung der Kohlen zu verlangsamen, und endlich können die Lichtblitze bei rasch aufeinanderfolgendem Schließen und Öffnen des Schalters in rascher Aufeinanderfolge erzeugt werden. (D. R. P. Nr. 290 638.)

Die Firma Körting & Mathiesen Akt.-Ges. in Leutzsch-Leipzig hat eine selbstregelnde Scheinwerferlampe für hohe Stromstärke angegeben. Beim Erlöschen des Lichtbogens nähert die Lampe die Elektroden mit solcher Geschwindigkeit, daß der Lichtbogen sich in kürzester Zeit (weniger als 3 s) und lange, bevor sich die Elektroden berühren (über 8 mm Luftweg), wieder bildet, ohne daß ein heftiger Zündstrom auftritt. (D. R. P. Nr. 297 360.)

Den Gegenstand einer Erfindung von Eugen Folkmar in Berlin-Wilmersdorf bildet ein Scheinwerfer mit hin und her schwingender Bewegung zur Beleuchtung langer, schmaler Objekte. Durch die Schwingung wird ein Pendel in Bewegung gesetzt, das die Bogenlichtkohlen zwecks gleichmäßigen Abbrands in Drehung versetzt. (D. R. P. Nr. 304 546.)

Glühlampen.

Herstellungsverfahren für die Lampe.

Bisher war es üblich, die Glocken für Glühlampen mit einem Hals zu blasen, der beträchtlich länger ist, als für die Herstellung der Lampe selbst erforderlich ist und den Hals in einem verjüngten Ende endigen zu lassen. Es mußte daher zunächst dieses Ende abgebrochen werden, um den Lampenfuß in den Hals einführen zu können. Nach einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin wird der Hals der Glasglocke ohne verjüngtes Ende ausgeführt, dagegen endigt er in einem schweren Wulst, dessen Innendurchmesser genügend groß ist, um den Lampenfuß mit dem Traggestell einführen zu können. Hierauf wird der Hals und das verbreiterte Ende des Fußes miteinander verschmolzen. Dabei wird das Ausziehen des Halses durch das Gewicht des schweren Wulstes erleichtert. (D. R. P. Nr. 305 335.)

Ein Verfahren zum Abschluß von unter Vakuum oder Druck stehenden Hohlkörpern, zum Beispiel Glühlampen, wurde von Dr. Wilhelm Hammer in Freiburg i. B. angegeben. Bisher wurde die Trennung des Hohlkörpers von der Auspump- oder Füllanlage meistenteils durch Abschmelzen eines Glasrohres bewerkstelligt. Man hat schon vorgeschlagen, in der Verbindungsröhre nach Beendigung der Pump- oder Füllarbeit ein schmelzbares Material, zum Beispiel Siegellack oder leicht schmelzbare Metalle, zum Schmelzen zu bringen und erstarren zu lassen, um dann unterhalb der nunmehr ausgefüllten Verbindungsstelle die Trennung herbeizuführen. Die Nachteile dieses Verfahrens bestehen darin, daß die vorher eingebrachten Stücke des festen Materials den Querschnitt verkleinern und daß für jeden Hohlkörper eine umständliche Vorbereitung erforderlich ist. Nach der Erfindung wird nun die Verschlußmasse in geschmolzenem Zustande aus einem mit dem Entlüftungsrohr in Verbindung stehenden Vorratsgefäß in dieses gehoben und dort erstarren gelassen. Die Bewegung der Verschlußmasse aus dem Vorratsgefäß kann durch Heben des Vorratsgefäßes oder durch Druck- oder Volumsveränderung im Vorratsgefäß herbeigeführt werden. (D. R. P. Nr. 296 270.)

Beim Evakuieren von Glühlampen wurde bisher in der Weise verfahren, daß die Glocke durchlocht, auf dieses Loch der Pumpstengel aufgesetzt, das Traggestell eingeschmolzen, die Lampe evakuiert und schließlich der Pumpstengel abgeschmolzen wurde. Nach einem Verfahren der Firma Deutsche Gasglühlicht Akt.-Ges. (Auerges.) in Berlin wird kein besonderer Pumpstengel, sondern nur ein ganz kurzes Pumpröhrchen benutzt, das aus dem Fleisch der Glühlampenwandung selbst gebildet ist. Die Glühlampenwandung wird an der Stelle, an der das Pumpröhrchen gebildet werden soll, erhitzt, worauf mittels eines Dornes das Pumpröhrchen aus der Wandung herausgeformt wird. Eine besonders geeignete Stelle für das Röhrchen ist das Tellerfußrohr, da dieses gewöhnlich größere Wandstärke besitzt als die Glocke. Auf diese Weise lassen sich sehr einfach spitzenlose Glühlampen herstellen. Auch sind diese Glühlampen besonders geeignet, um einem Entlüftungsverfahren unterworfen zu werden, bei dem die Lampen während des Evakuierens in einem zu entlüftenden Behälter untergebracht werden, mit dem sie mittels des Pumpröhrchens kommunizieren. Nach Erreichung des erforderlichen Grades der Luftleere wird das Röhrchen innerhalb des Behälters verschlossen. D. R. P. Nr. 301 177.)

Von derselben Firma rührt ein Verfahren zur Beseitigung von Feuchtigkeitsresten aus elektrischen Glühlampen her. Die bekannten Trockenmittel, die zu diesem Zwecke in die Glühlampe eingeführt wurden, haben den Nachteil, daß sie schon von dem Einführen Feuchtigkeit aufnehmen. Nach der Erfindung werden in die Glühlampe Metallverbindungen gebracht, die erst beim Erhitzen der Lampe während der Herstellung durch chemische Zersetzung in Trockenmittel umge-

Digitized by Google

wandelt werden, zum Beispiel Salze der Stickstoff-Wasserstoffsäure oder Bariumazid. Die Azide werden entweder in Anwesenheit von Sauerstoff zersetzt oder nach ihrer Zersetzung mit sauerstoffhaltigen Gasen behandelt. (D. R. P. Nr. 303 770.)

Die Maschinen- und Apparate-Fabrik A. R. Ahrendt & Co. in Berlin hat ein Verfahren zum Reinigen und Entfernen der Glühlampengase mittels flüssiger Luft angegeben, bei dem die Dämpfe eines Kühlmittels stets von einem ersten in Betrieb genommenen Kühlbehälter bei der Abkühlung des Reinigers oder des Kohlebehälters in die nachfolgenden Behälter zur Vorkühlung geleitet werden, bezw. einen besonderen Temperaturgenerator zur Vorkühlung der Gase bestreichen behufs Erzielung sparsamsten Kühlmittelverbrauchs. Der Temperaturgenerator kann ein gewöhnlicher Wärmeaustauscher sein, zum Beispiel ein Kühlgefäß, in das die Dämpfe des Kühlmittels geleitet und unter dem Kohlebehälter ausströmen gelassen werden, so daß sie an den Behälterwänden emporstreichen und ihre vorkühlende Wirkung auf die Kohle ausüben. Der Austauscher dient also dazu, die Temperatur der von dem Boden des Gefäßes aufsteigenden kalten Gase in diesem Zustande zu erhalten und auf eine andere Masse (zum Beispiel Holz, Kohle) von höherer Temperatur zu übertragen. (D. R. P. Nr. 297 613.)

(Fortsetzung folgt.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Die Wirkungsgradfrage bei Maschinen mit Aluminiumwicklungen. Von Ing. G. Schönwald. E. u. M. 1918, Heft 21, Seite 238.

Der Verfasser nimmt an:

1. Die Kreisflächen sind proportional den Durchmessern.
2. Die Projektion der Polkerne wächst proportional mit der Jochbohrung.

Auch ist die Zahl b schwieriger zu ermitteln als erwünscht, und außerdem behält sie bei der vergrößerten Maschine nicht dieselbe Bedeutung, wie bei der ursprünglichen.

Darum sei nachfolgend die richtige Lösung vorgeführt.

Es bedeutet:

D' = innerer Durchmesser des Wickelraumes,

$m\,D'$ = ursprüngliche Jochbohrung, $a = \frac{1}{m}$,

$c\,m\,D'$ = vergrößerte Jochbohrung,

$s = \beta\,D'$ = Gesamtbreite aller Polkerne,

$$1{\cdot}7 = \frac{\text{Wickelraum bei vergrößerter Maschine}}{\text{Wickelraum bei ursprünglicher Maschine}}.$$

Folglich:

$$1{\cdot}7 = \frac{\pi\,(c^2 m^2 - 1) - 4\,\beta\,(c\,m - 1)}{\pi\,(m^2 - 1) - 4\,\beta\,(m - 1)},$$

$$c^2 - c\,\frac{4\,\beta}{\pi\,m} - 1{\cdot}7\left(1 - \frac{4\,\beta}{\pi\,m}\right) + \frac{0{\cdot}7}{m}\left(\frac{1}{m} - \frac{4\,\beta}{\pi\,m}\right) = 0,$$

$$c_{12} = \frac{2\,\beta}{\pi\,m} \pm \sqrt{\frac{4\,\beta^2}{\pi^2 m^2} + 1{\cdot}7\left(1 - \frac{4\,\beta}{\pi\,m}\right) - \frac{0{\cdot}7}{m}\left(\frac{1}{m} - \frac{4\,\beta}{\pi\,m}\right)}.$$

Nach der Einsetzung von b und a:

$$c_{12} = \frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} + 1{\cdot}7\,(1 - b) - 0{\cdot}7\,a\,(a - b)}.$$

Tabellarisch zusammengestellt:

		$\beta = 1{\cdot}1$	$\beta = 1{\cdot}2$	$\beta = 1{\cdot}3$	$\beta = 1{\cdot}4$
a	m	c	c	c	c
0·833	1·2	1·09	1·08	1·074	1·042
0·714	1·4	1·126	1·12	1·114	1·064
0·625	1·6	1·154	1·15	1·138	1·106
0·555	1·8	1·174	1·165	1·159	1·132
0·500	2·0	1·188	1·181	1·172	1·166

Zufälligerweise sind die beiden vom Autor gemachten unrichtigen Annahmen der Art, daß die dadurch entstandenen Fehler umgekehrt wirken, dennoch ergeben sich da gegenüber richtige Resultate ansehnliche Abweichungen, so zum Beispiel für $a = 0{\cdot}6$, $b = 0{\cdot}3$ hat c den richtigen Wert 1·192.

Mit dem unrichtigen c-Wert nach Ing. Schönwald würde sich eine 1·22fache Vergrößerung des Winkelraumes ergeben.

Brünn, 18. Juni 1918. *Ing. Jos. Šejvl.*

Erwiderung.

Herr Ing. Jos. Sejvl führt in seiner Ableitung für die Vergrößerung der Jochbohrung die Verhältniszahl β ein, wobei die Gesamtbreite aller Polkerne gleich $\beta\,D$ sein soll. Die abgeleitete Formel und die angegebene Tabelle für die c-Werte sind aber nur richtig, wenn die Gesamtbreite aller Polkerne gleich $\beta\,2\,D'$ gesetzt wird. Die Formel für c, die Herr Ing. Sejvl durch Einsetzung von b und a aus seiner Formel entwickelt ist, nicht richtig. Für β muß nach den von Herrn Ing. Sejvl zugrunde gelegten Annahmen der Wert $\beta = b\left(\frac{1+a}{a}\right)\frac{\pi}{4}$ eingesetzt werden, daraus ergibt sich richtig

$$c = \frac{b}{2}(1 + a) \pm$$

$$\pm \sqrt{\frac{b^2\,(1+a)^2}{4} + 1{\cdot}7\,[1 - b\,(1+a)] - 0{\cdot}7\,a\,[a - b\,(1+a)]}.$$

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß in meinem Aufsatz die Rechnung lediglich nur zu dem Zwecke aufgestellt wurde, um einen Mittelwert der Vergrößerung zu bilden, damit daraus ein ungefähres Bild über den Preis der vergrößerten Aluminiummaschine entwickelt werden kann. Der von mir angegebene Durchschnittswert, der mit Absicht möglichst hoch gewählt wurde (14 bis 16%) stimmt auch mit der Tabelle des Herrn Ing. Sejvl gut überein. Eine exakte Formel aufzustellen, aus der die Vergrößerung der Aluminiummaschine für einen bestimmten Fall ermittelt werden kann, hat wenig Wert, da die tatsächliche Ausführung im Einzelfall in erster Linie von Faktoren bestimmt sein wird, die sich der Berechnung entziehen, wie vorhandene Typenreihen, wickeltechnische Rücksichten und Ähnliches.

Neubabelsberg, 11. Juni 1918. *Ing. Gustav Schönwald.*

Herrn Ing. G. Schönwald ist in diesem Aufsatz folgendes Versehen unterlaufen:

Laut Abb. 1 auf Seite 239 bezeichnet D den Durchmesser der Jochbohrung und $a\,D$ den Durchmesser des Kreises, der die Feldwicklungen gegen den Anker zu begrenzt. Der für die Feldwicklungen zur Verfügung stehende Querschnitt wird daher

$$Q_1 = [D^2 - (a\,D)^2]\,\frac{\pi}{4} - K \quad \ldots\ldots 1).$$

Der Querschnitt der Polkerne soll das b-fache des Kreisringes sein, der durch die Kreise mit den Durchmessern D und $a\,D$ begrenzt wird; es ist daher

$$K = b\,[D^2 - (a\,D)^2]\,\frac{\pi}{4} \quad \ldots\ldots 2).$$

Gleichung 2) in 1) eingesetzt, ergibt somit

$$Q_1 = \frac{D^2\pi}{4}(1 - a^2)(1 - b) \quad \ldots\ldots 3),$$

statt

$$Q_1 = \frac{D^2\pi}{4}(1 - a)(1 - b).$$

Analog ergibt sich für den vergrößerten Durchmesser der Jochbohrung $c\,D$ bei gleichbleibendem Durchmesser $a\,D$ der Querschnitt für die Feldwicklungen zu

$$Q_2 = \frac{D^2\pi}{4}[c^2 - a^2) - c\,b\,(1 - a^2)] \quad \ldots\ldots 4)$$

statt

$$Q_2 = \frac{D^2\pi}{4}(c - a) - c\,b\,(1 - a).$$

Aus den Gleichungen 3) und 4) ergibt sich für $\frac{Q_2}{Q_1} = 1{\cdot}7$ für die Vergrößerung c der Jochbohrung eine quadratische Gleichung statt der in dem Aufsatz angeführten linearen Gleichung; die Wurzeln dieser quadratischen Gleichung lauten

$$c = \frac{b\,(1 - a^2)}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2\,(1 - a^2)^2}{4} + a^2 + 1{\cdot}7\,(1 - a^2)\,(1 - b)},$$

wobei in diesem Falle nur das + Zeichen Bedeutung hat, da nach Begriff c positiv und größer als 1 sein muß.

Dementsprechend ändern sich auch die Kurven in Abb. 2, und zwar ergeben sich, von der positiven Seite der Ordinatenachse betrachtet, konvex gekrümmte statt der jetzt angegebenen konkav gekrümmten Kurven, das heißt die erforderliche Vergrößerung der Jochbohrung ist kleiner als in dem Aufsatz angegeben ist.

Wien, 15. Juni 1918. *Ing. Josef Rothbauer.*

Erwiderung.

Herr Ing. Josef Rothbauer hat mit seiner Zuschrift insoweit eine dankenswerte Richtigstellung vorgenommen, als in meiner Formel die Faktoren a und c nicht den linearen Veränderungen der Durchmesser, sondern ihren Quadraten entsprechen, was aber im Text und in den Abbildungen nicht richtig vermerkt wurde; auf die Schlußfolgerung, die aus der Rechnung gezogen wurde, hat dies aber keinen Einfluß.

Die Formel wurde aufgestellt, um einen ungefähren Anhalt für die Vergrößerung und eventuelle Verteuerung da Aluminiummaschine zu gewinnen. Der Mittelwert der Vergrößerung der Jochbohrung wurde zu 14 bis 16% angenommen, ein Wert, der auch der Formel von Rothbauer gut entspricht, der nach dieser Formel für die Vergrößerung c bei $a = 0{\cdot}6$ für Werte von b von 0 bis 0·5 im Mittel etwa 16·5% und bei $a = 0{\cdot}75$ für Werte von b von 0 bis 0·5 etwa 11·5% gefunden wird, also durchschnittlich für dieses gesamte Intervall etwa 14%.

Neubabelsberg, 1. Juli 1918. *Ing. Gustav Schönwald.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
1. September 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 35.
36. Jahrgang.

INHALT:

Über elektrische Edelgaslampen. Von Dr. Fritz Schröter 389
Beiträge zur Frage der Schutzwirkung von Drosselspulen. Von Dr. Ing. Otto Böhm (Schluß) 392
Rundschau 396
Literatur-Bericht 398
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 399
Personalnachrichten 400

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Über elektrische Edelgaslampen.

Von Dr. Fritz Schröter, Berlin-Schmargendorf.

Die Einführung der elektrischen Gaslampe in die Beleuchtungstechnik geht auf Mac Farlane Moore zurück. Seitdem ist viel über die Anwendung der Entladungen in verdünnten Gasen für Beleuchtungszwecke geschrieben und gearbeitet worden. Insbesondere hat man auf Grund der wichtigen Arbeiten von Strutt*) und von May**) über das sogenannte „Kathodengefälle" in Edelgasen, sowie auf Grund der Arbeiten von Claude***) über den Spannungsabfall und die Lichtstärke leuchtender Neonröhren verschiedentlich versucht, praktisch brauchbare Gaslampen herzustellen. Dafür kamen hauptsächlich die bei der Geißlerrohr-Entladung stark leuchtenden Gase Neon und Helium in Betracht, deren Gemisch im Raumverhältnisse 3:1 heutzutage ein wohlfeiles Nebenprodukt der industriellen Luftverflüssigung bildet. Nachdem der Verfasser im Jahre 1911 ein auf die Zerstäubung gasreinigender Hilfselektroden gegründetes Verfahren (D. R. P. Nr. 259 951) ersonnen hatte, um die gegen geringe Verunreinigungen mit Fremdgasen von elektronegativem Charakter sehr empfindlichen Edelgase auf photometrisch rationelle Weise zum Leuchten zu bringen und in der Lampe dauernd rein zu erhalten, gelang es ihm fast gleichzeitig, eine mit verdünntem Neon gefüllte Röhre durch einen 20 cm langen Niederspannungs-Gleichstromlichtbogen von 70 V und 2 A zu erregen. Dieser Lichtbogen ging aus von einer Kathode aus Kalium, dessen Dämpfe bekanntlich die Eigenschaft besitzen, das Edelgas intensiv zu reinigen. Dabei betrug der Spannungsverlust an der Kathode nur etwa 3 V, an der Anode etwa 20 V, so daß ein hoher Bruchteil der verfügbaren Spannung in dem leuchtenden Gasbogen selber nutzbringend umgesetzt werden konnte. Das ist wesentlich für eine ökonomische Lichterzeugung.

Das Funktionsprinzip dieser Lampe war also dasjenige der Cooper-Hewittschen Quecksilber-Dampflampe, und zwar mit der Abänderung, daß an Stelle der Quecksilberdampfsäule eine praktisch metalldampffreie Edelgassäule mit dem ihr eigenen, glänzenden Spektrum zum Leuchten gelangte, während das für diesen Zweck zu flüchtige Quecksilber durch ein Alkalimetall ersetzt worden war. Die durch den negativen Ansatzpunkt des Gleichstrombogens verstäubten und verdampften Metallteilchen wurden in einer, der Kühlkammer der Quecksilberdampflampe entsprechenden Erweiterung der Röhre niedergeschlagen, bezw. an einer dicht bei der Kathode befindlichen Knickstelle des Rohres aufgefangen. Derartige Vorschläge, Edelgase nach dem Prinzip des Niederspannungs-Vakuumbogens mit 110 bis 220 V Spannung zum Leuchten zu bringen, finden sich schon in den Cooper-Hewittschen amerikanischen Patentschriften Nr. 682 690 (1901) und Nr. 814 695 (1906), sie sind jedoch von dem Erfinder scheinbar nicht mit Erfolg in die Praxis umgesetzt worden. Der Grad der Flüchtigkeit des Kathodenmetalles ist ein schwieriger Punkt und besonders deswegen von Bedeutung, weil schon kleine Mengen von Metalldämpfen ihrer geringeren Ionisierungsspannung wegen die Ionisation des Edelgases und damit zugleich seine intensive Lichtausstrahlung, deren Sitz ja nur die ionisierten Teilchen sind, unterdrücken. Die Ionisierungsspannungen betragen zum Beispiel nach Messungen von Frank und Hertz*):

bei Quecksilberdampf	4·9 V
„ Neon	16 V
„ Helium	20·5 V

Die ersten praktisch brauchbaren Neonbogenlampen von hoher Lebensdauer stellte dann in den Jahren 1912 bis 1915 Skaupy her, indem er das kathodische Alkalimetall mit Schwermetallen legierte, um den sonst zu schnellen und die Lampe vorzeitig unbrauchbar machenden Angriff des stark elektropositiven Metalles auf das kieselsäurehaltige Gefäßmaterial zu verlangsamen. Das Eindringen des heftig zerstäubenden Kathodenmetalles in das Leuchtrohr, das natürlich Beschlagen und Reduktion desselben zur Folge haben würde, vermied Skaupy durch Anordnung von Prallflächen zwischen Kathode und Leuchtrohr (D. R. P. Nr. 286 753).

In den darauf folgenden Jahren gelang dem Verfasser der Ersatz der Alkalimetallegierungen zunächst durch Alkalimetallverbindungen von der Zusammensetzung Na Hg und $Na\,Hg_2$, sodann unter gänzlicher Fortlassung des unbequemen Alkalimetalls, durch metallisches Thallium, das zur Erniedrigung seines Schmelzpunktes mit etwas Cadmium legiert ist (Schmelzpunkt etwa 200°). Diese Lampen werden als Gleichstrombogenlampen für 220 V, mit einer dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßten Form des etwa 0·5 m langen Leuchtrohres von der Julius Pintsch A.-G., Berlin, hergestellt werden, sobald normale Fabrikationsverhältnisse eingetreten sind. Sie strahlen infolge der Füllung mit Neon-Helium von 1 mm Druck ein intensives, gelb-rotes, besonders in dem langwelligen Spektralbezirk linienreiches Licht aus und verbrauchen für jede senkrecht zur Achse des Leuchtrohres gemessene HK nur 0·5 W. Die Stromstärke jeder solchen Lampe kann von 0·8 bis 2 A variiert werden. Die Neonbogenlampe brennt in Serie mit einem durch die fallende Spannungscharakteristik des Lichtbogens bedingten Vorschaltwiderstand, der auch in Form von Glühlampen gewählt werden kann. Sie wird analog der Quecksilberdampflampe künstlich gezündet unter Anwendung einer Selbstinduktionsspule und eines Vakuumunterbrechers, der beim Einschalten des Stromes einen über die

*) Proc. Roy. Soc. 65, 446 (1900).
**) Annalen d. Physik IV. Folge, 11, 127 (1903).
***) La Lumière Electrique, XVI. (2. Sér.) 46, 207 (1911).

*) Phys. Zeitschr. 17, 409 (1916).

Digitized by Google

Elektroden der Lampe fließenden, den Lichtbogen unmittelbar zündenden Hochspannungsstoß erzeugt. Die Zündvorrichtung und der Vorschaltwiderstand sind meist in einer besonderen Armatur eingebaut, die auch abseits von dem eigentlichen „Brenner" untergebracht sein kann. Die praktische Ausführung der Anlaßapparatur bietet an sich wenig Interesse, zumal die zahlreichen Formen derselben aus den Quecksilberdampflampen-Patenten der Fachwelt genügend bekannt sein dürften. Die Spannungscharakteristik des Neonbrenners kann durch die reduzierte Ayrtonsche Gleichung (Bogenlänge L konstant):

$$e = a + \frac{b}{i}$$

($a = 114$, $b = 26$ beim 220 V, 1 A — Brenner) wiedergegeben werden.

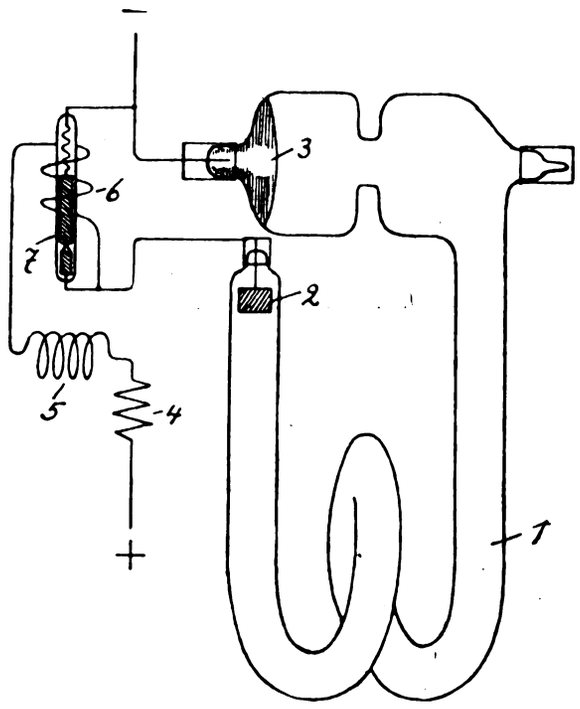


Abb. 1. Schema der Neonbogenlampe.

Die Abb. 1 stellt eine solche Neonbogenlampe mit dazugehöriger Zündschaltung dar. Das Leuchtrohr 1 habe beispielsweise die Form einer Schleife. Die Anode 2 ist ein kleiner Eisen- oder Nickelzylinder. Die Kathode 3 besteht aus Thallium mit etwas Cadmium und befindet sich, wie ersichtlich, in einem Kühlkammersystem. Die Lampe ist in Reihe mit dem Vorschaltwiderstand 4 und der Anlaßapparatur 5, 6, 7 geschaltet, worin 5 eine Selbstinduktionsspule, 6 die Erregerspule des Vakuumunterbrechers 7 bedeutet. Die beiden Kontakte dieses Unterbrechers liegen im Nebenschluß zu den Elektroden der Lampe; der obere derselben kann durch die Erregerspule 6 von dem unteren schnell abgehoben werden. Dadurch entsteht beim Einschalten der Lampe in den Windungen von 5 und 6 eine hohe Spannung, welche sich mangels genügender Leitfähigkeit des Unterbrecherraumes über die Elektroden der Lampe 1 ausgleicht, dabei das im Ruhezustande nichtleitende Edelgas ionisiert und so den Lichtbogen entzündet. Der Lampenstrom durchfließt die Erregerspule 6 dauernd und hält die Unterbrecherkontakte geöffnet.

Die beschriebene Gleichstrom-Neonbogenlampe der Firma Julius Pintsch A.-G. soll hauptsächlich für Reklamezwecke u. dgl. dienen. Man kann daraus zum Beispiel Buchstaben oder Ornamente zusammenstellen. Auch für Effekt- und Signalzwecke dürfte die neue Lampe sehr brauchbar sein, da sie den für diese Verwendungsart gegebenen Farbenton infolge des an roten und gelben Strahlen reichen Neonspektrums von Natur aus besitzt. Diese Strahlen werden durch trübe Medien, zum Beispiel Nebel, weniger zerstreut als die kürzeren Wellen. Versuche mit Neon-Leuchtfeuern, zum Beispiel bei Landungsweisern für Flugplätze, sind bereits mit Erfolg angestellt worden.

Bei der vom gewohnten „Weiß" der Temperaturstrahler stark abweichenden Färbung ist eine allgemeine Verwendung der Lampe ausgeschlossen. Verschiedentlich ist versucht worden, die Lichtfarbe dadurch zu verbessern, daß andere Gase oder Dämpfe, zum Beispiel Helium in größerer Menge, oder Spuren von Quecksilberdampf, mit dem Neon gemischt wurden. Dadurch wird zwar eine Verbesserung erzielt, indem das Licht mehr weißrosa erscheint, aber zugleich steigt der spezifische Wattverbrauch der Lampe ganz bedeutend, auf etwa 1 W/HK und noch mehr, und sie ist dann nicht mehr konkurrenzfähig.

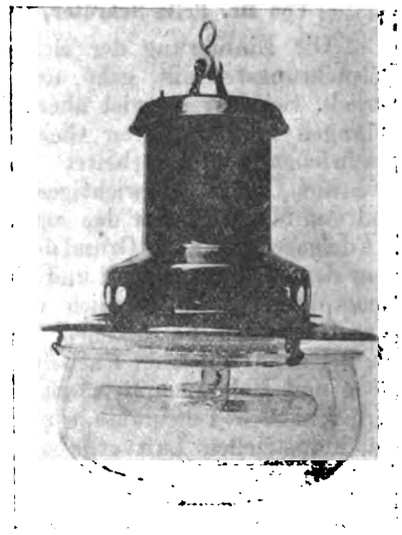


Abb. 2. Neonbogenlampe in Armatur.

Die Abb. 2 zeigt eine Armatur mit eingesetztem Brenner und Schutzglocke. Die Vorschaltwiderstände und die Zündvorrichtung sind in der Armatur verborgen; diese enthält außerdem einen Schornstein zur Abfuhr der von dem Brenner erwärmten Luft. Der hier ringförmig gestaltete Brenner ist in Abb. 3 für sich abgebildet. Die Lichtstärken der in der Ringebene einander überdeckenden Rohrteile addieren sich fast quantitativ, da die Absorption in dem leuchtenden Gase nur etwa 10% beträgt.

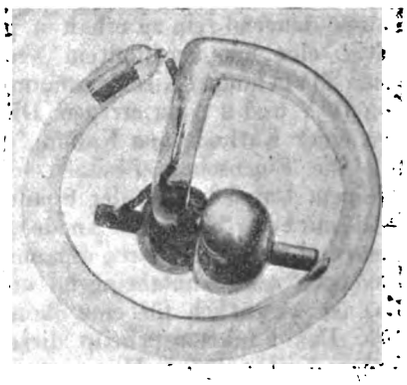


Abb. 3. Brenner der Neonbogenlampe.

Während die Neonbogenlampe eine ausgesprochene Starklichtquelle ist, handelt es sich bei einer zweiten Neuerung, welche die Julius Pintsch A.-G., Berlin, bereits jetzt auf den Markt bringt, um eine kleine Lampe von geringer Lichtstärke bei sehr geringem Wattverbrauch. Diese Lampe ist vielleicht interessanter als die immerhin auf ein begrenztes Gebiet beschränkte Gasbogenlampe. Sie ist allerdings auch nur eine Speziallampe, entsprechend ihrer charakteristischen Lichtfarbe und ihrer für allgemeine Beleuchtungszwecke zu geringen Lichtmenge; aber sie füllt trotzdem eine bestehende Lücke aus.

Es ist nicht möglich, Glühlampen herzustellen, welche bei der gebräuchlichsten Spannung, 220 V, nur wenige Watt verzehren. Die zehnkerzige Metalldrahtlampe für 220 V, das kleinste Modell für diese Spannung, verbraucht etwa 18 bis 20 W und ist so wenig haltbar, daß sie kaum ver-

Digitized by Google

wendet wird. Der Grund dafür liegt darin, daß so feine Drähte nicht gut herstellbar sind. Lampen mit dickeren, unterbelasteten Fäden würden bei einer für die Lichtausstrahlung sehr unrationellen Temperatur brennen müssen, um auf geringe Wattaufnahme zu kommen; und man hätte außerordentlich große Längen davon in der Lampe unterzubringen. Anderseits bestand aber seit jeher ein Bedürfnis nach Lampen, deren Wattverbrauch etwa von der Größenordnung 1 bis 5 W ist. Solche Lampen, an 220 V direkt und in Parallelschaltung brennend, sind einer vielfachen Verwendung sicher. Es ist dies das große Gebiet der Signal- und Kontrollampen, der Illuminationslampen, Notlampen usw. Anwendungsbeispiele sind im folgenden kurz aufgeführt: Überwachungslampen für elektrische Stromkreise in Zentralen und an anderen Orten, Schalterkontrollampen, Lampen für Notausgänge, Feuermelder, Lösch- und Rettungsapparate, für Bergwerke, Tunnels, Kinotheater, Reklameschilder, Lichtsignale in Hotels, Nachtlampen für Krankenzimmer, Lazarette usw.

Elektrische Entladungen von sehr geringer Stromstärke, welche bis zu Bruchteilen von 1 mA herunter als sogenannte „Glimmentladung" zwischen dicht beieinanderstehenden Elektroden übergehen und in Edelgasen schon von 100 V ab möglich sind, bilden das Grundprinzip der neuen Glimmlampe. Der Sitz des Leuchtens ist die sogenannte „kathodische Glimmschicht", an welcher, je nach dem Charaktet des verwendeten Metalles, 70 bis 170 V als „Kathodenfall" in Wärme, Licht und Ionisierungsenergie umgesetzt werden. Dementsprechend ist die Lampe so ausgebildet, daß in einer mit verdünntem Neon-Heliumgemisch von etwa 8 bis 10 mm Druck gefüllten Birne sich ein großflächiger, als Kathode dienender Blechkörper befindet, auf dessen Oberfläche das Glimmlicht entsteht. Die den Kathodenkörper umgrenzende Gasschicht erstrahlt dabei in einem schönen, orangefarbenen Licht von geringer Flächenhelligkeit und wohltuender Wirkung. Gerade für die Verwendung als Nachtbeleuchtung, als Markierungslampe in Theatern und Kinos, in Bergwerken usw. ist diese geringe Flächenhelligkeit, bei trotzdem für die nähere Umgebung ausreichender Erhellung, sehr angezeigt. Denn dem auf Dunkelheit akkommodierten Auge verursacht das plötzliche Eintreten der Lampe in das Gesichtsfeld keinerlei Störung, wie es bei den Glühlampen der Fall ist.

Von dieser neuen Lampe wird zunächst für allgemeine Zwecke eine Normaltype von 5 W Gesamtstromverbrauch bei 220 V Gleich- oder Wechselstrom herausgebracht. Es ist eine klare Kugelbirne von 55 mm Durchmesser mit Normal-Edisonsockel; die Lampe ist also ohne weiteres gegen Glühlampen austauschbar. In der Mitte steht auf einem isolierenden Fußgestell ein halbkugelförmiges, glänzend poliertes Hohlblech aus Eisen oder einem anderen Metall. Die Gegenelektrode ist, dem Blick entzogen, geschickt im Innern des Hohlbleches untergebracht. Sie ist ein gegen die Blechkathode gebogener Eisendraht, dessen Spitze von der Kathode etwa 3 bis 4 mm absteht. Beim Einschalten des Stromes entzündet sich die Lampe von selber ohne irgend eine Hilfsvorrichtung. Verfasser hatte bereits früher Glimmlichtlampen mit Edelgasfüllung hergestellt, bei denen zwischen dem Anodendraht und einer großflächigen Alkalimetallkathode eine kurze Leuchtkapillare lag. Mit Neonfüllung von etwa 5 mm Druck ergaben diese Lampen bei 220 V Gleichstrom und 5 W Gesamtstromverbrauch eine Lichtstärke von etwa 2·5 HK, aber sie erforderten, ähnlich den Neonbogenlampen, eine besondere Zündvorrichtung, welche den einleitenden Hochspannungsstoß zu erzeugen hatte. Und selbst nach Ersatz der Hochspannungszündung durch einfachere ionisierende Mittel, wie Hilfselektroden oder radioaktive Substanzen im Innern der Lampe, bildete doch die Verwendung des Alkalimetalles bei der Herstellung ein sehr komplizierendes Moment. Es ist daher wichtig, daß die neue Glimmlichtlampe keinerlei künstliche Zündung gebraucht und mit einem fabrikatorisch so bequemen Material wie Eisenblech funktioniert, wenn auch auf Kosten der Lichtstärke.

Außer der Einheitstype von 5 W können natürlich für Spezialzwecke Lampen der verschiedensten Form mit noch geringerem Wattverbrauch hergestellt werden. Gerade die Eigenart des in dieser Lampe zum ersten Male praktisch verwendeten physikalischen Systems bedingt eine große Vielseitigkeit; die Elektroden können eine beliebige Form erhalten. Bei Gleichstrom wird dann nur eine von beiden, bei Wechselstrom beide leuchten. Sind die Lampen in bezug auf die Anordnung der Elektroden unsymmetrisch ausgebildet, so wirken sie wie Gleichrichter und können zum Laden kleiner Sammlerbatterien aus Wechselstromleitungen verwendet werden. Sie können deshalb auch als Polsucher oder Stromprüfer dienen. Auch zur Isolationsmessung ist die Glimmlampe sehr brauchbar, indem sie schon äußerst geringe Ströme anzeigt. Sie hat die weitere bemerkenswerte Eigenschaft, wie ein Spannungsventil zu wirken, d. h. unabhängig vom Stromdurchfluß stets mindestens soviel von der Netzspannung abzudrosseln, wie ihre minimale Elektrodenspannung ausmacht. Daher kommt es auch, daß, wenn man den eigenen Körper mit einer Glimmlampe an 220 V Gleichstrom in Reihe schaltet, kein elektrischer Schlag verspürt wird.

Die Glimmentladung setzt beim Eintritt der geringsten Spuren von Luft oder anderen Gasen aus. Für die Anwendung in Bergwerken oder anderen Räumen mit entzündlichen Gasen ist dies ein mitbestimmender Umstand. Da nämlich ferner, abgesehen von dem Aufhören jeder Entladung beim Undichtwerden, kein Innenteil der Lampe im Betriebe auf hohe Temperatur kommt, geschweige denn glüht, so ist den eindringenden Gasen überhaupt keine Zündmöglichkeit gegeben.

Zur Sicherung der Lampe gegen Überspannungen oder Lichtbögen, die durch Verstäubungseffekte eingeleitet werden, ist ihr ein Widerstand vorgeschaltet, welcher die Stromaufnahme bestimmt. Dieser Widerstand ist innerhalb des Gewindesockels eingelassen. Die mit der Stromstärke ziemlich stark ansteigende Spannungskurve der Glimmentladung an begrenzter Kathodenfläche würde an sich einen Vorschaltwiderstand entbehrlich erscheinen lassen, da ja der Stromdurchgang niemals über denjenigen Wert wachsen könnte, bei welchem die Elektrodenspannung der Lampe der angelegten Netzspannung gleich geworden ist. Trotzdem wird der Glimmlampe der Vorschaltwiderstand beigegeben, weil das Umschlagen der Glimmentladung in die zur Überlastung führende Bogenentladung durch allerhand Zufälligkeiten, wie Verstäubung von Metallteilchen, Hochspannungswellen, atmosphärische Entladungen usw. ausgelöst werden könnte. Der Vorschaltwiderstand bietet gegen diese Einflüsse einen ganz unfehlbaren Schutz.

In der Abb. 4 ist die neue Glimmlampe von 5 W abgebildet. Man erkennt in der Mitte der Glaskugel das halbkugelförmige, polierte Kathodenblech, das bei der Glimmentladung von der leuchtenden Gashülle umgeben ist. Dieses Leuchten schafft einen weithin erkennbaren Lichtpunkt; daher erscheint die Lampe wohl geeignet, die für die oben angegebenen Zwecke bisher verwendeten, stromvergeudenden Glühlampen zu

Digitized by Google

ersetzen, deren viel zu starkes Licht doch niemals ausgenutzt und zudem häufig durch Buntfärbung (Signalrot) stark verringert wird. Gegenüber einer 220 V-Glühlampe von 20 W spart die Glimmlampe bei 3000 Brennstunden und einem Preis von 50 Pf. pro kWh 22·50 Mk. an Strom. Die normale Lebensdauer beträgt ungefähr 3000 h. Mit rubinroter Birne, welche die wenigen photographisch wirksamen Strahlen des Neonspektrums in Grün und Blau absorbiert, hat die Lampe die gleiche Lichtintensität wie eine rotgefärbte Metalldrahtlampe von 20 W. Sie spart also 75% an Strom und bietet außerdem den Vorteil, daß der Photograph die entwickelte Platte gegen die große Glimmlichtfläche besser prüfen kann als gegen den feinen Leuchtdraht der Glühlampe.

Abb. 4. Neon-Glimmlampe.

So sehen wir, wie es der Technik gelungen ist, zwei neue praktisch brauchbare Spezialformen der elektrischen Gaslampe unter Anwendung von Edelgasen als Leuchtmedium zu schaffen, und es ist wohl nur eine Frage der Zeit, daß diese Luminiszenzlampen auch der Allgemeinbeleuchtung dienstbar gemacht werden trotz der großen Schwierigkeiten, welche dieser Lösung noch im Wege stehen. Freilich wird durch die wissenschaftliche Forschung hinsichtlich der Gesetze der Luminiszenzstrahlung und der Gasionisation noch Vieles geklärt werden müssen, ehe das Rüstzeug für weitere technische Fortschritte auf diesem Gebiet beisammen ist.

Beiträge zur Frage der Schutzwirkung von Drosselspulen.

Von Dr. Ing. **Otto Böhm**, Berlin.

(Schluß von Heft 34, Seite 381.)

4. Schutzspulen vor Transformatorklemmen.

Ist ein Transformator durch Drosselspulen geschützt, so liegen zwischen den Spulenenden und dem Beginn der Transformatorwicklung Leitungsstücke von wenigen Metern, ferner die Einführungsleiter des Transformators, die in der Regel mit Durchführungsisolatoren versehen sind. Alle diese Teile stellen für Frequenzen, die nicht über dem praktisch möglichen Bereiche liegen, eine konzentriert wirkende Kapazität dar. Vergrößert wird diese durch den elektrischen Streufluß der Eingangsspule, die eine ganz bedeutend höhere Erdkapazität besitzt als die beiderseitig abgeschirmten Spulen des Wicklungsinnern. In einem richtigen Ersatzbild müssen wir also zwischen Schutzspulen und Transformatorklemmen eine konzentrierte Kapazität der Leiter gegen Erde annehmen, deren Wert natürlich von der Frequenz unabhängig ist. Zu diesem konstanten Kapazitätswert addiert sich die von uns rechnerisch festgestellte Wicklungskapazität, die erst im oberen Frequenzgebiet in Erscheinung tritt und mit steigender Frequenz bis zu einem bestimmten Grenzwert wächst. Konstanter und variabler Teil der Gesamtkapazität, die wir zusammen „Eingangskapazität“ nennen wollen, scheinen nach dem Ergebnis einer Reihe von Versuchen bei allen Transformatoren der gleichen Größenanordnung anzugehören.

Als Ersatzschema einer Transformatorwicklung mit ihren Schutzspulen können wir dann für unsere Betrachtungen das in Abb. 5 dargestellte Schema an-

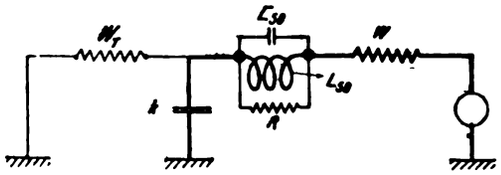


Abb. 5. Ersatzschema einer Schutzspule vor den Klemmen eines Transformators.

sehen. Der Wellenwiderstand W_T hat nur im unteren Frequenzgebiet des Transformators endliche Werte, im oberen Gebiet ist er unendlich. Die Eingangskapazität K ist sowohl im oberen wie im unteren Gebiet vorhanden, variiert jedoch mehr oder weniger mit der Frequenz, je nach Überwiegen des konstanten oder des variablen Teiles. Um nicht zu viele Fälle erörtern zu müssen, wollen wir in unseren Betrachtungen den Transformator durchgängig als eine rein konzentrierte Kapazität, seinen Wellenwiderstand also als unendlich groß ansehen. Dabei begehen wir für das untere Frequenzgebiet den Fehler, daß die Dämpfung etwaiger Resonanzerscheinungen durch die in die Wicklung ziehende und somit für Schwingungsvorgänge verlorene Energie vernachlässigt wird. Da aus zahlreichen Versuchen hervorgeht, daß diese Dämpfung bei weitem nicht ausreicht, um Resonanzerscheinungen kräftig zu unterdrücken, ist diese Vernachlässigung ohne weiteres zulässig.

Die Schutzspulen des Transformators seien wieder „kurz“ im Sinne unserer Definition.

Es empfiehlt sich hier, von den Vorgängen beim Auftreffen einer langen Sprungwelle auszugehen. Die Auffassung der kurzen Leitungsstücke zwischen Schutzspulen und Transformatorwicklung als Vergrößerung der konzentriert wirkenden Transformatorkapazität erscheint für diese Betrachtung zunächst nicht zulässig; denn die Leitungsstücke werden sich durch mehrfaches Hin- und Hereilen der durch die Spulen getretenen Wellen staffelförmig laden und erst nach und nach die Wirkung einer konzentrierten Kapazität ausüben. Von diesen Einzelheiten des Ladevorganges kann aber hier abgesehen werden, da die Vorgänge beim Einschwingen des Leitungsstückchens so kurzzeitig sind, daß eine schädigende Einwirkung auf die Isolation der Wicklung mehr von der stetigen Mittelkurve des eigentlich stufenförmigen Spannungsverlaufes an den Transformatorklemmen als von der Höhe der einzelnen Stöße abhängig ist. Dazu kommt noch, daß diese Stöße durch den Selbstschutz der Transformatorwicklung, der in seiner Eigenkapazität liegt, beträchtlich gemildert werden. Unser idealisiertes Ersatzbild erscheint darum vollkommen zulässig.

Für die Ausbildung der freien Schwingungen müssen wir uns den in Abb. 5 dargestellten Kreis über die Stromquelle geschlossen denken. Ohmscher Parallelwiderstand und Wellenwiderstand der Leitung liegen wieder zur Spuleninduktivität und Spulenkapazität parallel, der Wellenwiderstand jedoch zugleich in Serienschaltung mit der Transformatorkapazität.

Die auftretende Differentialgleichung ist eine solche dritten Grades. Ist nur unzureichende Dämpfung ver-

Digitized by Google

handen, so hat die Gleichung der Spannung an den Transformatorklemmen die Form:

$$e_T = 2E\,[1 - e^{-\alpha t}(\varepsilon_1 \cdot e^{-\beta t} + \varepsilon_2 \cdot \cos(\omega t) + \varepsilon_3 \cdot \sin(\omega t)] \quad 19)^1)$$

Eine aperiodische Ladung über die Durchgangskapazität der Spule tritt gleichzeitig auf mit einer Schwingungsladung über die Spuleninduktivität, wobei natürlich beide Vorgänge einander stark beeinflussen. Abb. 6 zeigt ein Beispiel, berechnet für den Fall, daß die Transformator- und Spulen-Durchgangskapazität gleich und ein Parallelwiderstand nicht vorhanden ist. Wir erkennen das sehr schroffe, im ersten Augenblick nur durch den Wellenwiderstand der Leitung beschränkte Anspringen der Spannung an den Transformatorklemmen auf etwa den halben Wert der für die Reflexion der Welle E charakteristischen Doppelspannung $2E$. Wir sehen

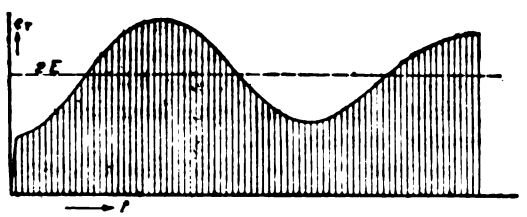


Abb. 6. Spannungsverlauf an den Transformatorklemmen infolge einer auftreffenden langen Rechteckwelle bei falschem Spulenschutz. ($C_{so} = K$, ohne künstliche Dämpfung.)

daraus ohne weitere Rechnung, wie wichtig es ist, auf das Verhältnis von Transformator- zur Spulen-Durchgangskapazität zu achten. Denn die Schutzspule läßt über ihre Windungskapazitäten hinweg einen Teil der Sprungwelle fast unverzerrt hindurchtreten, deren Höhe relativ zur Doppelspannung $2E$ durch das Verhältnis

$$C_{so} : (C_{so} + K)$$

gegeben ist.

Die Spule stellt also nur dann einen Sprungwellenschutz dar, wenn ihre Durchgangskapazität beträchtlich kleiner ist als die Eingangskapazität des Transformators, und viele der heute üblichen Schutzspulen dürften wegen zu hoher Windungskapazität nicht imstande sein, schroffe Spannungssprünge auch nur einigermaßen hinreichend vom Transformator fernzuhalten. Durch eine gar nicht sehr beträchtliche künstliche Erhöhung der natürlichen Transformator-Eingangskapazität werden sich immer gute Verhältnisse schaffen lassen.

Je kleiner aber der hindurchtretende Spannungssprung ist, umso größer wird die Amplitude der sich anschließenden Schwingung sein, die unbedingt vermieden werden muß, weil sie beim Auftreffen periodischer Wellenzüge zur Ausbildung von Resonanzüberspannungen führen kann und den Transformator unter Umständen mehr gefährdet als die ungehindert auftreffende Sprungwelle.

Es muß daher für hinreichende Dämpfung der Schwingungen gesorgt werden. Die Spannungsgleichung lautet dann analog der Gleichung 19):

$$e_T = 2E\,[1 - e^{-\alpha t}(\varepsilon_1 \cdot e^{-\beta t} + \varepsilon_2 \cdot \mathfrak{Cof}(\omega t) - \varepsilon_3 \cdot \mathfrak{Sin}(\omega t)] \quad 20)^1).$$

Ist ein Ohmscher Parallelwiderstand überhaupt nicht vorhanden ($R = \infty$), so tritt Dämpfung ein, wenn folgende Beziehung besteht:

$$W = \sqrt{\frac{L_{so}}{C_{so}}} \times \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{5}{2} \cdot \frac{C_{so}}{K} - \left(\frac{C_{so}}{K}\right)^2 \pm \frac{1}{8}\sqrt{\left(1 - 8\,\frac{C_{so}}{K}\right)^3}} \quad 21).$$

Nach dieser Gleichung ist eine vollkommene Dämpfung durch den Leitungswellenwiderstand W überhaupt nur dann möglich, wenn die Transformatorkapazität K mindestens achtmal so groß ist wie die Durchgangskapazität C_{so} der Schutzspule. Abb. 7 zeigt uns, in welchem Bereich der Wellenwiderstand liegen muß, wenn unter dieser Voraussetzung Dämpfung erzielt werden soll. Nur bei sehr starker Erhöhung der Transformatorkapazität durch Schutzkondensatoren wird eine normale Leitung als Dämpfer ausreichen.

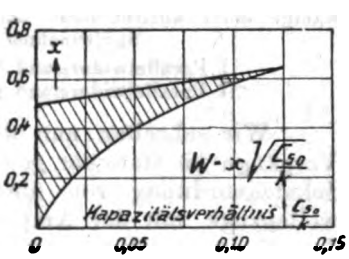


Abb. 7. Bereich des zur vollkommenen Dämpfung ausreichenden Leitungswellenwiderstandes.

Verschwindet in Gleichung 21) der Wert C_{so} gegen K, so ergibt sich durch Differentation für den Dämpfungswiderstand W als unterer Grenzwert:

$$W \geq 2\sqrt{\frac{L_{so}}{K}} \quad \ldots\ldots \quad 22)$$

Da eine Dämpfung durch den Einfluß der Zuleitung unter normalen Verhältnissen immer nur bei außerordentlicher Erhöhung der Transformatorkapazität erreichbar ist, wird in solchen Fällen die für Gleichung 22) aufgestellte Bedingung (K sehr viel größer als C_{so} in der Regel ohne weiteres vorliegen; die Gleichung gibt uns also allgemein die unbedingt erforderliche Größe der Schutzkapazität bei unüberbrückten Spulen an.

Sind wir dagegen von vollkommener Dämpfung durch den Wellenwiderstand der Leitung weit entfernt — und dies wird in der Regel der Fall sein, wenn Schutzkondensatoren nicht vorhanden sind — so können wir den zur Dämpfung erforderlichen Parallelwiderstand durch folgende Gleichung festlegen, wobei wir den

---

[1]) Die einzelnen Koeffizienten dieser Gleichung berechnen sich wie folgt:

Hilfsgrößen:

$$a = \frac{1}{WK} + \frac{1}{WC_{so}} + \frac{1}{RC_{so}}$$
$$b = \frac{1}{LC_{so}} + \frac{1}{RC_{so} \cdot WK}$$
$$c = \frac{1}{LK \cdot WC_{so}}$$
$$p = {}^1/_3\,a^2 - b$$
$$q = {}^2/_{27}\,a^3 - {}^1/_3\,ab + c$$
$$\cos\varphi = \sqrt{\frac{({}^1/_2\,q)^2}{({}^1/_2\,p)^3}}$$

Bedingung für Schwingungen: $({}^1/_2\,p)^3 < ({}^1/_2\,q)^2$
„ „ Dämpfung: $({}^1/_2\,p)^3 > ({}^1/_2\,q)^2$

$$\alpha = {}^1/_3\,a - \sqrt{{}^1/_3\,p} \cdot \cos({}^1/_3\,\varphi)$$
$$\beta = \sqrt{3} \cdot \sqrt{p} \cdot \cos({}^1/_3\,\varphi)$$
$$\omega = \sqrt{p} \cdot \sin({}^1/_3\,\varphi)$$
$$\varepsilon_1 = \frac{\left(\frac{1}{WK} + \frac{1}{WC_{so}}\right) \cdot \frac{1}{WK} + \omega^2}{\beta^2 + \omega^2}$$
$$\varepsilon_2 = \frac{\beta}{\omega}\left(\varepsilon_1 - \frac{1}{WK} \cdot \frac{\omega}{\beta}\right)$$
$$\varepsilon_3 = 1 - \varepsilon_2$$

[1]) Die einzelnen Koeffizienten dieser Gleichung haben die gleichen Werte wie in Gleichung 19) mit dem Unterschiede, daß an Stelle der Kreisfunktionen die hyperbolischen treten und das Vorzeichen von ω sich umkehrt.

Digitized by Google

sehr geringen Dämpfungsanteil durch den Einfluß des Wellenwiderstandes ganz außer acht lassen.

$$R \leqq \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L_{so}}{C_{so}+K}} \quad \ldots\ldots 23)$$

Die Schwingungsgleichung erhält unter diesen Voraussetzungen die Form:

$$e_T = 2E\left[1-\frac{K}{C_{so}+K}\cdot e^{-\alpha t}\cdot\left(\cos(\omega t)-\frac{\alpha}{\omega}\cdot\sin(\omega t)\right)\right] 24)$$

Bei vollkommener Dämpfung treten hier wieder an Stelle der Kreisfunktionen die hyperbolischen[1]). Abb. 8 zeigt den Spannungsverlauf an den Transformatorklemmen bei gerade ausreichender Dämpfung und bei einem Kapazitätsverhältnis $C_{so}:K=1:10$. Daneben ist die Kurve für einen Dämpfungswiderstand gezeichnet, der dreifach so hoch ist wie der theoretische. In der Regel wird es von Vorteil sein, den maximalen Überbrückungswiderstand nach Gleichung 23) auf das zwei- bis dreifache zu erhöhen.

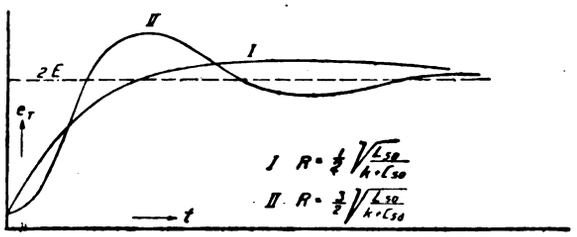


Abb. 8. Verlauf der Spannung an den Transformatorklemmen infolge einer auftreffenden langen Rechteckwelle bei richtigem Spulenschutz. ($C_{so}=0{\cdot}1\,K$).
I Parallelwiderstand theoretisch ausreichend.
II Parallelwiderstand praktisch ausreichend.

Wir schreiten nun wieder zur Untersuchung der Vorgänge im stationär gewordenen Zustande, wenn die Schutzanordnung von einem sinusförmigen Wanderwellenzuge mit der Amplitude E getroffen wird. Aus dem Spannungsdiagramm, das wir für unsere Anordnung aufstellen können, läßt sich die Gleichung für die Spannung E_T an den Transformatorklemmen allgemein leicht ableiten. Nehmen wir an, daß ein Dämpfungswiderstand nicht vorhanden, daß also $R=\infty$ sei, so geht die allgemeine Gleichung über in:

$$E^T = 2E\cdot\sqrt{\frac{1}{W^2\omega^2K^2+\left(\frac{1-\omega^2\cdot L_{so}(C_{so}+K)}{1-\omega^2\cdot L_{so}C_{so}}\right)^2}} \quad 25).$$

Deutlich erkennen wir hier zwei verschiedene Resonanzbedingungen: Stromresonanz zwischen Induktivität und Durchgangskapazität der Spule hält alle Schwingungen vom Transformator fern; Spannungsresonanz zwischen Spuleninduktivität und Transformatoreingangskapazität erhöht die Spannungsamplituden auf unter Umständen gefährdende Beträge. Die Eingangskapazität des Transformators müssen wir uns dabei wieder um die Durchgangskapazität der Spule vergrößert denken.

Bei gegebenem Wellenwiderstande darf die Kapazität an den Transformatorklemmen, wie wir gesehen haben, einen bestimmten Minimalwert nicht unterschreiten, wenn die Gefahr dieser Resonanzerscheinung ohne künstliche Dämpfung vermieden werden soll. Die natürliche Eingangskapazität des Transformators wird in der Regel nicht ausreichen, so daß eine Verstärkung durch Schutzkondensatoren erforderlich wird. Dabei wird man nicht ganz so weit gehen müssen, daß die abgeleitete theoretische Bedingung für vollkommene Dämpfung (Gleichung 22) vollständig erfüllt ist. Praktisch reicht es aus, wenn die Schutzkapazität, gegen welche sowohl die natürliche Transformatorkapazität wie auch die Spulen-Durchgangskapazität in der Regel verschwinden wird, ungefähr den Minimalwert besitzt:

$$K \geqq \frac{L_{so}}{W^2}. \quad \ldots\ldots 26).$$

Um nicht zu allzu hohen Werten der Schutzkapazität zu gelangen, braucht man in diesem Fall die Schutzinduktivität L_{so} nicht so hoch zu wählen, wie dies normalerweise bei Transformatoren ohne Schutzkondensator geschehen würde. Zu klein aber darf L_{so} natürlich nicht sein, wenn eine hinreichende Schutzwirkung erzielt werden soll.

Für Frequenzen, die recht hoch über dem Resonanzpunkt liegen, leiten wir aus Gleichung 25) den Ausdruck ab:

$$E_T = 2E\cdot\sqrt{\frac{1}{1+W^2\cdot\omega^2\cdot K^2+\frac{K}{C_{so}}}} \quad \ldots 27)$$

Die Schutzwirkung einer Spule hängt also bei Frequenzen ihres oberen Gebietes allein von ihrer Durchgangskapazität ab. Die Spannungen verteilen sich auf Spule und Transformator nach Maßgabe der Kapazitäten.

Für kleinere Transformatoren wird der Schutzkondensator in der Regel zu teuer sein. Der Parallelwiderstand zur Spule muß dann notwendigerweise als Schwingungsdämpfer herangezogen werden. Auch hier werden wir bei der Dimensionierung des Widerstandes nicht bis zum theoretischen Höchstwert nach Gleichung 23) zu gehen brauchen. Erhält der Parallelwiderstand den zwei- bis dreifachen Betrag dieses Wertes, so wird die Dämpfung hinreichend groß sein.

Die Abb. 9a bis 9c zeigen die Spannungen an den Transformatorklemmen in Abhängigkeit von der Frequenz eines Wellenzuges bei verschiedenen Schutzanordnungen. Durchweg ist eine Spule von $2\cdot10^{-3}\cdot H$ vorgesehen, deren Durchgangskapazität $0{\cdot}5\cdot10^{-6}$ Farad beträgt. Die Anschlußleitung besitzt den Wellenwiderstand 500 Ω. Die Transformatorkapazität ist bei Abb. a unverstärkt und beträgt den zehnten Teil der Spulen-Durchgangskapazität, für Abb. b ist sie auf den Wert der Durchgangskapazität erhöht gedacht, für Abb. c wurde eine Schutzkapazität vom zehnfachen Betrage der Durchgangskapazität angenommen. Alle Abbildungen enthalten je eine Kurve für die unüberbrückte Spule und für die Spule mit Überbrückung durch einen Widerstand, dessen Größe das Dreifache des nach Gleichung 23) errechneten, theoretisch gerade richtigen Grenzwiderstandes beträgt.

Die Schutzwirkung aller dieser Anordnungen beginnt erst nach Überschreitung derjenigen Frequenz, bei welcher Spannungsresonanz im Kreise Transformatorkapazität—Schutzspule eintritt. Je kleiner die Transformatorkapazität ist, umso höher ist die bei Spannungsresonanz auftretende Überspannung und umso mehr nähert sich die Frequenz der Spannungsresonanz

[1]) Es bedeutet:

$$\alpha = \frac{1}{2(C_{so}+K)R}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{(C_{so}+K)L_{so}}-\alpha^2}$$ bei unvollkommener Dämpfung

$$\omega = \sqrt{\alpha^2-\frac{1}{(C_{so}+K)L_{so}}}$$ bei vollkommener Dämpfung.

Digitized by Google

dem Punkt der Stromresonanz, bei welchem die Transformatorspannung bis zum Nullwert sinken müßte, wenn nicht — was hier vernachlässigt wurde — die magnetische Verkettung zwischen den einzelnen Windungen dieses Absinken mildern würde. Den Punkt der Stromresonanz kann die Frequenz der Spannungsresonanz niemals überschreiten.

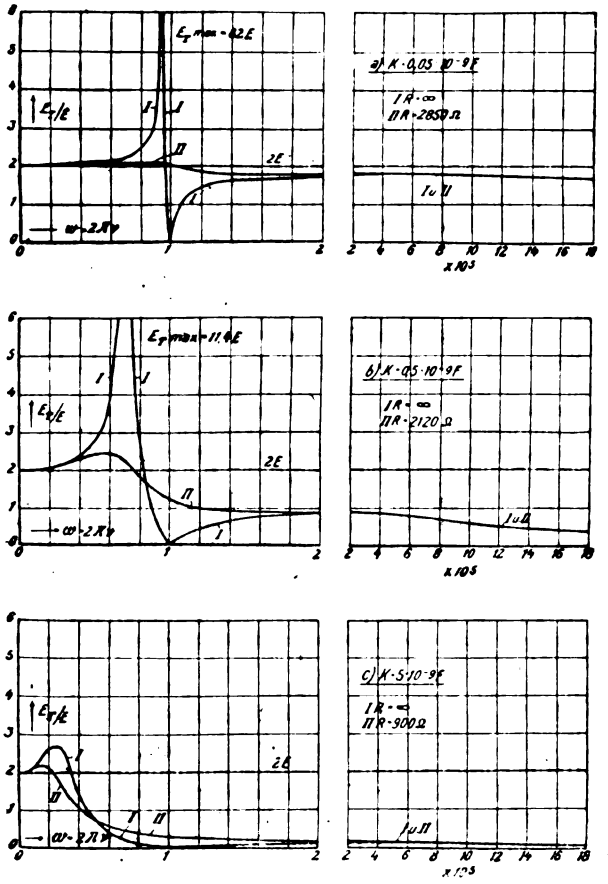


Abb. 9 a—c. Höhe der Spannungsamplituden an den Transformatorklemmen beim Auftreffen periodischer Wellenzüge verschiedener Frequenz.
Daten der Schutzspule: $L_{so} = 2 \cdot 10^{-3}\,H$
$C_{so} = 0{\cdot}5 \cdot 10^{-6}\,F$
Transformatorkapazität K verschieden.

Durch die Widerstandsüberbrückung wird die Schutzwirkung gegen hochfrequentige Schwingungsvorgänge nicht wesentlich verändert, nur werden die Erscheinungen der Strom- und Spannungsresonanz stark gemildert. Die Verschlechterung der Schutzwirkung durch die Überbrückung bei der kritischen Spulenfrequenz (Stromresonanz) kann dabei ohne weiteres in Kauf genommen werden. Bei der höchsten Kapazität (Abb. c) erscheint eine Überbrückung nicht mehr erforderlich, da der Wellenwiderstand der Leitung bereits zur Dämpfung der Spannungsresonanz praktisch ausreicht. Erst bei dieser verhältnismäßig stark erhöhten Transformatorkapazität ist die Schutzwirkung der Anordnung befriedigend. Auf das Verhältnis von Transformatorkapazität zur Spulen-Durchgangskapazität muß also auch unter diesem Gesichtspunkte besonders geachtet werden. Das Verhältnis $K : C_{so} = 10$ dürfte praktisch nicht zu unterschreiten sein, wenn ein nennenswerter Schutz erzielt werden soll. Es ergibt sich daraus der Ausdruck:

$$K \,.\, L_{so} \,.\, \omega_k^2 \geqq 10 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28).$$

Die Schutzwirkung gegen hochfrequentige Schwingungen kann demnach ebenso durch Erhöhung der natürlichen Transformatorkapazität, der Spuleninduktivität oder der kritischen Frequenz erzielt werden. Nur wenn die Kapazität des Transformators zur Dämpfung durch den Leitungswiderstand nahezu ausreicht, darf die Überbrückung unterbleiben.

5. Gesichtspunkte für die Konstruktion von Schutzspulen.

Es fragt sich nun, ob alle in den vorstehenden Betrachtungen für die Daten der Schutzdrosselspule aufgestellten Bedingungen miteinander vereinbar sind.

Für die Berechnung der Spuleninduktivität L_{so} wird zweckmäßig die Gleichung von M. Korndörfer zu grunde gelegt*), und zwar in der vereinfachten Form, daß der mittlere Spulendurchmesser D gleich dem Umfang des Spulenquerschnittes ist, ein Fall, der sich sowohl aus konstruktiven Gründen wie auch mit Rücksicht auf unsere Betrachtungen als zweckmäßig herausstellt:

$$L_{so} = 10{\cdot}5 \,.\, n^2 \,.\, D \,.\, 10^{-9}\ \text{Henry} \quad . \quad . \quad 29).$$

Für die Schutzspule zwischen zwei Leitungen bestehen nun die beiden Bedingungen der Gleichungen 8) und 15). Diese beiden Gleichungen sagen, daß die Durchgangskapazität zwischen zwei Werten liegen muß:

$$\frac{l^2}{L_{so}} \cdot \frac{1}{0{\cdot}75^2} \,.\, 10^{-20} \leqq C_{so} \leqq \frac{1}{4} \frac{L_{so}}{W_R{}^2} \quad . \quad . \quad 30).$$

Unter Benutzung der Formel 29) ergibt sich daraus folgender Minimalwert für die Windungszahl n:

$$n \geqq 0{\cdot}08\, W_R \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31).$$

Bei Spulen zwischen zwei Freileitungen muß demnach die Windungszahl mindestens etwa 80, bei Spulen zwischen zwei Kabeln mindestens etwa 8 betragen.

Auch für die minimal zulässige Induktivität läßt sich unter weiterer Benutzung der Gleichung 29) eine Formel aufstellen. Nehmen wir der Einfachheit halber den Sonderfall an, daß der Spulenquerschnitt quadratisch ist, ein Fall, bei dem sich unsere Bedingungen am leichtesten erreichen lassen, so gilt die Beziehung:

$$L_{so} \geqq 75 \,.\, \sqrt{\frac{W_R{}^5 \,.\, J}{s}} \,.\, 10^{-12}\ \text{Henry} \quad . \quad 32),$$

worin s die spezifische Strombelastung der Spule in A/cm², bezogen auf Leiter + Isolation, bedeutet. Die Gleichung zeigt uns, daß unsere Bedingungen nur bei Induktivitäten über einer gewissen Grenze erfüllbar sind. Für $s = 30$ A/cm² muß zum Beispiel eine 25 A-Spule mindestens etwa 2 m H, eine 100 A-Spule etwa 4 m H besitzen, um wirksam zu sein, vorausgesetzt, daß diese Spulen zwischen zwei Freileitungen liegen. Bei Spulen zwischen zwei Kabeln betragen diese unteren Grenzwerte nur etwa den 300. Teil, können also immer leicht eingehalten werden. Außer der als Minimum unbedingt erforderlichen Spuleninduktivität ist in allen Fällen das Optimum der Durchgangskapazität nach Gleichung 30) festzulegen.

Etwas anders liegen die Bedingungen für Spulen vor Transformatorklemmen. Hier ist der Hauptwert darauf zu legen, daß die Transformatorkapazität — verstärkt oder unverstärkt — mindestens etwa zehnmal so hoch ist als die Durchgangskapazität der Spule. Ist aber diese Bedingung erfüllt, so brauchen für die Konstruktion der Spule nur die Bedingungsgleichungen der „kurzen" Spule [Gleichungen 8)] erfüllt zu werden. Nachzurechnen bleibt dann noch die Höhe des Überbrückungswiderstandes nach Gleichung 23), wenn nicht

*) E. T. Z. 38. Jahrgang, Seite 521.

Digitized by Google

etwa bei Verwendung einer sehr hohen Schutzkapazität durch Erfüllung der Gleichung 22) die Überbrückung ganz unnötig wird.

Da die Bedingungen für Spulen im Zuge einer Freileitung zu Induktivitäten führen, wie sie bei höheren Stromstärken vielfach mit Rücksicht auf Kosten und Betriebsspannungsabfall nicht auszuführen sind, empfiehlt es sich, den Spulenschutz immer nahe vor die Klemmen der zu schützenden Wicklungen zu legen. Um einen besonderen Schutzkondensator zu vermeiden, der nach diesen Betrachtungen in Verbindung mit überbrückten Spulen den zweckmäßigsten Schutz darstellt, wird man darauf achten müssen, die natürliche Eingangskapazität durch konstruktive Maßnahmen, wie zweckmäßige Gestaltung der Einführungen, hinreichend hoch zu halten, die Spulen-Durchgangskapazität dagegen so gering als möglich zu machen.

Die Überbrückung der Schutzspulen geschieht heute vielfach nicht durch rein Ohmsche Widerstände, sondern durch Widerstände, die mit einer gewissen, mit Rücksicht auf die übrigen Daten der Schutzanordnung bemessenen Induktivität behaftet sind[1]). Bei richtiger Dimensionierung wird dann vollkommene Dämpfung aller Schwingungen erzielt und andererseits ein vielfach gerügter Nachteil des rein Ohmschen Widerstandes vermieden, der darin besteht, daß beim ersten Auftreffen eines Spannungssprunges sofort über den Widerstand hinweg ein verhältnismäßig hoher Strom die Transformatorkapazität lädt. Bei Verwendung des induktiv Ohmschen Überbrückungswiderstandes wird daher der erste Spannungsanstieg an den Transformatorklemmen nicht unwesentlich milder ausfallen als bei rein Ohmscher Überbrückung[2]).

Rundschau.

Stromverteilung.

Über die Normalisierung von Drehstromspannungen. R. Rüdenberg. Die Reihe der Normalspannungen soll eine geometrische sein, damit die Annäherung an den günstigsten Wert im ganzen Bereich verhältnismäßig gleich ist. Der Verfasser empfiehlt eine Reihe mit dem Quotienten $\sqrt[4]{10} = 1{\cdot}778$, der sich von $\sqrt{3} = 1{\cdot}732$ nur um 2·7% unterscheidet. Bei einer solchen Reihe ergeben sich im Bereich 1:10 vier Stufen. Die auf dieser Reihe aufgebauten rationellen Normalspannungen sind: 100, 180, 320, 560, 1000, 1800, 3200, 5600, 10 000, 18 000, 32 000, 56 000, 100 000 V. Die in den Verbandsnormalien empfohlenen Normalspannungen für Maschinen und Apparate sind: 120, 220, 380, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 5000, 6000, 12 000, 24 000, 35 000, 50 000, 80 000, 110 000 V, unterscheiden sich also beträchtlich von den „rationellen" Werten. Geringer sind die Unterschiede besonders im Bereich 560 bis 32 000 V gegenüber den in Deutschland üblichen Spannungen; diese sind: 120, 210, 380, 500, 1000, 2000, 3000, 5000, 6000, 10 000, 15 000, 20 000, 30 000, 40 000, 50 000, 60 000, 70 000, 80 000, 100 000 V. Die Rüdenbergsche Spannungsreihe enthält also einige der in Deutschland üblichen Werte.

Der Verfasser läßt es dahingestellt, ob für die Gebrauchsspannungen bis 500 V die Einführung der rationellen Werte heute noch möglich wäre, glaubt aber, daß die rationellen Hochspannungen für neue Netze und größere Erweiterungen bestehender Netze Verwendung finden könnten und sollten. Die Verbindung der neuen mit den alten Netzteilen kann in folgender Weise erfolgen:

1. Transformator, der auf der einen Seite für die neue Spannung, auf der anderen Seite für die alte Spannung gewickelt ist, aber eine Anzapfung für die neue Spannung besitzt.

2. Normaltransformatoren, für die neuen Spannungen auf beiden Seiten; die Spannungsänderung auf die alten Werte erfolgt durch Zusatz(Spar)transformatoren.

Die Hauptvorteile der Rüdenbergschen Spannungsreihe sind: Geringe Stufenzahl und die Umschaltmöglichkeit (Stern-Dreieck) der Wicklungen. Nach Ansicht des Verfassers braucht bei Transformatoren die Verstärkung der Endisolation nur an einem Ende vorgenommen werden. Die für 18 000 V in Sternschaltung entworfene Wicklung wird für 10 000 V in Dreieckschaltung geeignet sein, ohne daß es nötig wäre, auch das zweite Wicklungsende durch Verstärkung der Isolation gegen Schaltwellen zu schützen. Durch das Umschalten von Stern auf Dreieck (bezw. umgekehrt) wird bei Transformatoren die Phasenlage der Sekundärspannung geändert und dadurch die Möglichkeit des Parallelbetriebes beeinflußt. Um solche Schwierigkeiten zu vermeiden, empfiehlt der Verfasser grundsätzlich bei gewissen Normalspannungen nur Sternschaltung, bei den anderen nur Dreieckschaltung vorzusehen, zum Beispiel bei 1000 V Sternschaltung, bei 1800 V Dreieckschaltung. Rüdenbergs Vorschläge verdienen volle Beachtung. Nach Ansicht des Berichters überschätzt der Verfasser jedoch die Vorteile, die sich — in den Spannungsbereichen die für die Normalisierung in Frage kommen — aus der Umschaltmöglichkeit ergeben. (E. T. Z. 1918, H. 24.)

Elektrische Beleuchtung.

Messungen über die Ökonomie des Moorelichtes in Abhängigkeit von der Belastung hat Dr. M. Wolfke, Zürich, angestellt. Es wurde ein U-Rohr von 3 m Länge, 40 mm Durchmesser, mit Kohlensäurefüllung und Aluminiumelektroden benutzt; der Druck wurde so eingestellt, daß bei der gegebenen Spannung die maximale Stromstärke auftrat, was bei 0·02 mm Hg-Säule der Fall war. Die Lampe war an die Sekundäre eines Stufentransformators angelegt, der primär über die Verbrauchsmeßinstrumente an das Netz von 220 V angeschlossen wurde. Bei der Photometrierung wurde das aus einer 10 cm langen Öffnung einer schwarzen Umhüllung der Röhre austretende Licht mit einer mattierten Wolframlampe verglichen. Zwischen dem reinen Nettoverbrauch in der Lampe und der Lichtstärke konnte folgende Beziehung festgestellt werden.

W	900	2100	2900	3600
HK	150	450	590	710
$\frac{W}{HK}$	6	4·7	4·9	5·1

Es hat demnach der Wattverbrauch pro Kerze ein Minimum bei einer bestimmten Belastung. Der Wattverbrauch bei den kohlensäuregefüllten Röhren ist ein Vielfaches von dem bei Lampen mit Stickstoff oder mit Neon, wo er unter 1 W pro HK liegt; er kann durch Beeinflussen der Kurvenform des Wechselstromes mittelst einer primär vorgeschalteten Drosselspule herabgesetzt werden. Immerhin ist der Vorzug der kohlensäuregefüllten Lampen der dem Tageslicht ganz gleiche Charakter der Lichtausstrahlung.

(Bulletin, Schweiz. El. Verein, 9, Nr. 6, 1918.)

Elektrische Apparate.

Hochspannungsbatterie mit Wechselstrombetrieb. H. Greinacher, Zürich, trifft eine zur Erzeugung konstanter Spannung von 10 000 V aus Wechselstrom geeignete Anordnung. An die Wechselstromquelle L wird über einen Widerstand R die Primäre $P\,P$ eines Transformators angelegt. An den Klemmen der Sekundären $S\,S$ liegen die Ventilzellen V_1, V_2 und die Kondensatoren C_1, C_2 in der in Abb. 1 dargestellten Schaltung; bei K_1, K_2 herrscht dann eine

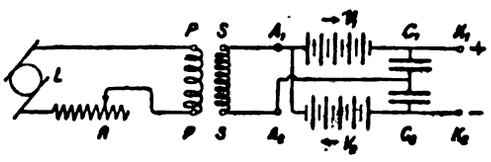


Abb. 1.

konstante Spannungsdifferenz von der doppelten Scheitelspannung des Wechselstromes. Als elektrolytische Ventilzellen dienen je 70 kleine mit Na H CO_3 gefüllte Probegläschen mit einem Aluminium- und einem Eisendraht. Die Kondensatoren, je 0·5 µ F, gewöhnliche Wickelkondensatoren können auf 5000 V Gleichstrom beansprucht werden. Zur Sicherung der Kondensatoren ist eine Funkenstrecke mit einer schwach radioaktiven Substanz an den Elektroden vorgesehen und auf 10 000 V Durchschlagsspannung eingestellt. Es ist auch gelungen, Ventilzellen mit nicht ausfließendem Elektrolyten herzustellen, so daß der Apparat vollkommen gebrauchsfähig transportiert werden kann.

Gegenüber Hochspannungsbatterien besteht der Vorteil der geringen Abnutzung und des niedrigen Anschaffungspreises, des geringen Raumbedarfes und leichter Transportfähigkeit; der Apparat

---

[1]) Vgl. O. Böhm: „Rechnerische und experimentelle Untersuchung . . ." A. f. E., V. Band, Seite 392.

[2]) Vgl. D. R. P. Nr. 296816, Heft 51, Seite 855.

Digitized by Google

ist stets betriebsbereit und braucht keine besondere Ladung und Wartung. Ist der Apparat längere Zeit unbenutzt gestanden, so vergeht einige Zeit, bis die Zellen formiert sind; es empfiehlt sich, dabei die Klemmen K_1, K_2 zu überbrücken. Die Einrichtung findet für Arbeiten aller Art in der wissenschaftlichen Praxis Verwendung; es wird versucht, ihn für die Röntgentechnik verwendbar zu machen.

(Bulletin, Schweiz. El. Verein, 9, Nr. 4, 1918.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Über die Verwendung des Audions als Generator mit Selbsterregung. J. Bethenod. Die für das Audion als Generator gebräuchlichen Schaltungen lassen sich auf die der Abb. 2 zurückführen. Hierin bedeutet: ϱ einen Ohmschen Widerstand, U die Wechselspannung zwischen Anode und Faden, u jene zwischen Gitter und Faden, I den Anodenwechselstrom, i den Gitterwechselstrom, R, L den Widerstand bezw. die Selbstinduktion der Spule im Schwingungskreise, r, l die entsprechenden Größen der Spule im Gitterkreise, M den Koeffizienten der wechselseitigen Induktion zwischen diesen beiden Spulen, J den

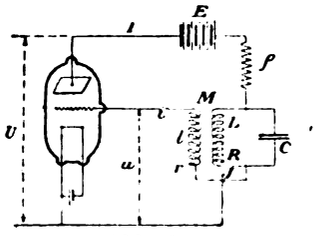


Abb. 2.

Bruchteil des Stromes I, der nicht durch den Kondensator C des Schwingungskreises hindurchgeht*).

Es ergeben sich ohne weiteres die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} o &= U + \varrho I + R J + L \frac{d J}{d t} + M \frac{d i}{d t} \\ o &= u + r i + l \frac{d i}{d t} + M \frac{d J}{d t} \\ \int \frac{I - J}{C} \cdot d t &= L \frac{d J}{d t} + R J + M \frac{d i}{d t} \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 1).$$

Hiezu kommen noch die von Marius Latour aufgestellten „inneren" Gleichungen für das Audion:

$$i = \frac{u}{r_1} + \frac{U}{r_2}; \quad I = \frac{U}{r_3} + \frac{u}{r_4} \quad \ldots \quad 2).$$

Setzt man für den Operator $\frac{d}{d t} = \omega$ und für den Operator $\int \ldots d t = \frac{1}{\omega}$ **) und eliminiert mit Hilfe der Gleichungen 2) die Veränderlichen i und I, so erhält man ein System von drei in J, u, U homogenen Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} o &= (R + \omega L) J + \left(\frac{\varrho}{r_4} + \frac{\omega M}{r_1}\right) u + \left(1 + \frac{\varrho}{r_3} + \frac{\omega M}{r_2}\right) U \\ o &= \omega M J + \left(1 + \frac{r}{r_1} + \frac{\omega l}{r_1}\right) u + \left(\frac{r}{r_2} + \frac{\omega l}{r_2}\right) U \\ o &= \left(R + \omega L + \frac{1}{\omega C}\right) J + \left(\frac{\omega M}{r_1} - \frac{1}{\omega C r_4}\right) u + \\ &\quad + \left(\frac{\omega M}{r_3} - \frac{1}{\omega C r_3}\right) U \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 3)$$

Die notwendige und hinreichende Bedingung für das gemeinsame Bestehen dieser drei Gleichungen ist das Verschwinden ihrer Determinante.

$$D = 0 \quad \ldots \quad 4).$$

Ihre Entwicklung ergibt eine Gleichung dritten Grades für ω. Aus ihr lassen sich die Bedingungen ermitteln, die erfüllt sein müssen, damit das in der Abbildung gezeichnete System zum Sitze kontinuierlicher Schwingungen wird, deren Amplitude jedoch einen sehr kleinen Wert nicht überschreiten darf. Soll dies der Fall sein, so müssen zwei von den Wurzeln rein imaginär und konjugiert sein $\omega = \pm j \Omega$, wobei Ω reell ist und die zyklische Frequenz der entstehenden Schwingung bedeutet; das Auftreten konjugiert komplexer Wurzeln würde, je nachdem das Vorzeichen des reellen Teiles + oder — ist, die Erzeugung von Schwingungen mit stetig zunehmender Amplitude oder von gedämpften Schwingungen anzeigen.

Da sämtliche vorkommende Koeffizienten reell sind, muß die dritte Wurzel von ω ebenfalls reell sein, das heißt Gleichung 4) läßt sich auf die Form bringen

$$(\omega^2 + \Omega^2)(P \omega + Q) = 0 \quad \ldots \quad 5).$$

Durch Koeffizientenvergleichung erhält man vier Gleichungen für Ω^2, P und Q. Eliminiert man diese drei Unbekannten, so erhält man die gesuchte Bedingungsgleichung für das Einsetzen kontinuierlicher Schwingungen. Vernachlässigt man, was die Verhältnisse in der Praxis meist gestatten, die Größen

$$\frac{1}{r_1}, \quad \frac{1}{r_2}, \quad r, \; l \text{ und } \varrho,$$

so lautet sie:

$$M = -\frac{L + r_3 R C}{r_3} \cdot r_4 \quad \ldots \quad 6)$$

das heißt, der Koeffizient M muß einen endlichen negativen Wert haben, was durch die Versuche bestätigt wird.

Wird Gleichung 6) als erfüllt vorausgesetzt, so ergibt sich für die Frequenz der entstehenden sinusförmigen Schwingungen

$$\Omega = \frac{1}{\sqrt{L C}} \quad \ldots \quad 7)*),$$

das heißt, die Frequenz der spontan erzeugten Schwingung ist gleich der Eigenfrequenz des Schwingungskreises, was mit der Erfahrung ebenfalls übereinstimmt.

(Jahrbuch drahtl. Tel., Band 12, Heft 3.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre. Physik.

Über die magnetischen Eigenschaften und den spezifischen Widerstand der Eisenlegierungen, insbesondere ihre Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung hat Gumlich in der 24. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft einen inhaltsreichen Vortrag gehalten. Die Proben bestanden aus einer Probe reinsten Elektrolyteisens und vier Reihen Legierungen mit steigendem Gehalt an C (bis 1·8%), Si (bis 8%), Al (bis 10%), Mn (bis 16%). Die Dichte und der spezifische Widerstand der untersuchten Legierungen ändern sich im allgemeinen stetig mit dem %-Gehalt der Zusätze. Für reines Eisen ergibt sich daraus die Dichte zu 7·876, der Widerstand pro m/mm² bei 20° C zu 0·0994, der Temperaturkoeffizient des Widerstandes zu 0·57%. Die Sättigungswerte sinken von $4 \cdot \pi J = 21\,600$ beim reinen Eisen durchweg mit wachsender Konzentration, und zwar gilt dies auch für Si- und Al-Legierungen; der Ansicht, daß die magnetischen Eigenschaften des Eisens durch Legierung mit Si und Al verbessert werden**), ist daher irrig; die beobachteten guten Wirkungen dieser Zusätze sind vielmehr sekundärer Art, indem sie nicht nur den Sauerstoffgehalt des Eisens verringern, sondern auch den schädlichen Einfluß des C abschwächen. Für technische Zwecke wichtig ist ferner die Erhöhung des elektrischen Widerstandes durch den Si- und Al-Zusatz und damit die Verringerung der Wirbelströme. Im umgekehrten Sinne wie Si und Al wirkt Mn auf den C-Gehalt des Eisens, indem es die Abscheidung des gelösten C erschwert. Die wahre Remanenz des Eisens erleidet durch sämtliche vier Zusätze eine erhebliche Erniedrigung am meisten durch Al. Die Wirkung des Glühens auf magnetisch weiches Material, namentlich in Blechform, ist nicht einheitlich. Beim Elektrolyteisen gelang zum ersten Male eine reversible Beeinflussung der Gestalt der Magnetisierungskurven durch die Abkühlungsgeschwindigkeit. Nach langsamer Abkühlung zeigt die Kurve einen sehr steilen Anstieg mit hoher Remanenz und hoher Maximalpermeabilität. Im Verlauf zahlreicher Erwärmung verschwand diese Beeinflußbarkeit, die Hystereseschleife wurde immer schmaler und hatte schließlich nur noch eine Remanenz von 850 und eine Koerzitivkraft von 0·15 Gauß. Derartiges Material würde sich vorzüglich zu Kernen von elektrischen Meßinstrumenten eignen. Leider ließen sich diese Eigenschaften beim gewalzten Blech aus Elektrolyteisen und beim gewöhnlichen Dynamomaterial nicht erzielen. Bei letzterem verschlechtert andauerndes Glühen die magnetischen Eigenschaften des Materialgefüges. Anfangs wird diese ungünstige Wirkung überdeckt von der Beseitigung der mechanischen Härtung und den Verunreinigungen durch O und C. Das Glühen soll bei möglichst niedriger Temperatur (etwa 800° C) und nur solange stattfinden, bis die Entgasung des Materials abgeschlossen erscheint. Mn-Legierungen und abgeschreckte C-Legierungen zeigen gewisse Analogien: mit steigendem Prozentgehalt des Zusatzes steigt die Koerzitivkraft erheblich, während die Remanenz abnimmt. Es ist also nicht möglich, besonders bei reinen C-Legierungen, hohe Koerzitivkraft mit hoher Remanenz zu vereinigen, was für gute permanente Magnete erforderlich ist. Dies kann jedoch durch weitere Zusätze von W, Cr oder Mo erreicht werden. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen Mn- und C-Legierungen besteht darin, daß die C-Legierungen bei Abschrecken magnetisch härter, die höheren Mn-Legierungen dagegen magnetisch weicher werden.

(Chem. Ztg., 24. 4. 1918.)

Brechung und Absorption des Wassers für meterlange elektrische Wellen. E. Rückert, Greifswald, liefert einen Beitrag zur der noch nicht entschiedenen Frage, bei welcher Wellenlänge

*) Die hier mit U, u, I, i, J bezeichneten Größen entsprechen den ΔU, Δu usw. des Originals.

**) Die Methode stammt von O. Heaviside; siehe auch K. W. Wagner, Archiv für Elektrotechnik, Heft 5/6, 1916; E. u. M. 1916, Seite 399.

*) Die Gleichungen 6) und 7) wurden auch von G. Vallauri abgeleitet. Vgl. E. u. M. 1918, Heft 25, Seite 295.

**) Siehe hingegen die Arbeiten Yensens, E. u. M. 1916, Seite 278.

Digitized by Google

das Wasser eine Dispersion zu zeigen beginnt. Wenn man von älteren ungenauen Messungen absieht, kommen hier vor allem die Arbeiten von Eckert und Rukop in Betracht. Nach Eckert besteht etwa von der Wellenlänge 9 cm an ein Gebiet sehr starker anomaler Dispersion und Absorption. Rukop fand ein Gebiet anomaler Dispersion zwischen einer Wellenlänge von 30 cm und 20 cm, wobei jedoch eine wesentlich geringere Änderung des Brechungsexponenten beobachtet wird als bei Eckert, ferner zwischen 54 cm und 48 cm ein ähnliches Gebiet mit noch geringerer Änderung des Brechungsexponenten. Über die Absorption macht Rukop keine Aussagen. Rückert hat nun an die Rukopschen Untersuchungen in der Weise angeknüpft, daß er einerseits die Wellenlängen weiter beträchtlich vergrößerte (60 bis 250 cm) und andererseits in diesem weiten Gebiete auch die Absorption bestimmte. Zunächst wurde eine Methode ausgearbeitet, um mit Hilfe eines Paralleldrahtsystems mit Plattenbrücken nicht bloß den Brechungsexponenten, sondern auch den Absorptionsindex einer Flüssigkeit für lange Wellen zu bestimmen. Auf Wasser angewendet, ergab diese Methode für 17° C und den Wellenlängenbereich von 250 bis 57 cm den konstanten Wert 8·964 für den Brechungsexponenten. Da die Rukopschen Messungen bereits bei 60 cm einen Wert von 9·0 zeigen, so besteht zwischen diesen und den neuen Messungen kein Anschluß. Die Ursache mag darin gelegen sein, daß Rukop die Paralleldrähte vor dem Eintauchen ins Wasser eine dünne Zwischenwand aus Ebonit passieren läßt, während Rückert sie direkt aus der Luft ins Wasser führt. Unterhalb einer Wellenlänge von 200 cm tritt ein Bereich von Eigenabsorption des reinen Wassers auf; mit abnehmender Wellenlänge steigt die Absorption zum Schluß stark an. Aus den Versuchen ergibt sich die weiter zu verfolgende Frage, ob das von Rukop konstatierte Gebiet anomaler Dispersion zwischen 54 und 48 cm tatsächlich dem Wasser zuzuschreiben ist und ob die von Rückert festgestellte Absorption des Wassers für lange Wellen damit zusammenhängt. Um die Brauchbarkeit der Methode zu prüfen, wurden auch Messungen in verdünnter Kochsalzlösung gemacht. Der Brechungsexponent wurde ein wenig größer gefunden als bei reinem Wasser; die Absorptionsindices ergaben Werte in größter Nähe der des Wassers, so daß die Methode als brauchbar gelten kann. (Ann. d. Phys. 55, 151, 1918.)

Verschiedenes.

Über den Entwurf technischer Modellreihen. R. Rüdenberg. In einer allgemeinen Untersuchung legt der Verfasser die Bedingungen fest, die von Modellreihen technischer Gegenstände aller Art erfüllt werden sollen. Die Normalisierung wird dadurch ein planmäßiger und rationeller Vorgang und aus diesem Grunde verdienen Rüdenbergs Vorschläge volle Beachtung. Er geht davon aus, daß eine Maßreihe keine arithmetische sein darf, sondern eine geometrische sein soll. Bei jener würde die Stufung bei kleinen Werten zu grob, bei großen Werten zu fein sein. Bei der geometrischen Reihe, bei der das Verhältnis zweier aufeinanderfolgender Werte konstant ist, ist die „Treffsicherheit" im ganzen Bereich relativ gleich. „Treffsicherheit" nennt der Verfasser die mögliche Annäherung an den günstigsten Wert.

Folgende geometrische Modellreihen werden empfohlen.

Bezeichnung der Reihe	Quotient	Abgerundete Werte der Reihe
Fünferreihe . .	$\sqrt[5]{10} = 1{\cdot}585$	10, 16, 25, 40, 63, 100,
Zehnerreihe . .	$\sqrt[10]{10} = 1{\cdot}259$	10, 12·5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100,
Zwanzigerreihe .	$\sqrt[20]{10} = 1{\cdot}122$	10, 11·2, 12·5, 14, 16, 18, 20, 22·5, 25, 28, 32, 36' 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80, 90, 100,
Hunderterreihe .	$\sqrt[100]{10} = 1{\cdot}023$	siehe Originalarbeit,
6%-Reihe . .	$\sqrt[20]{1000} = 1{\cdot}413$	10, 14, 20, 28, 40, 56, 80, 112, 160, 225, 320, 450, 630, 900, 1250, 1800, 2500, 3600, 5000, 7100, 10000.

Der Vergleich obiger Reihen mit einzelnen in der Elektrotechnik verwendeten Maßreihen (zum Beispiel normale Leiterquerschnitte, Drahtlehren) zeigt, daß die Praxis, mehr oder weniger unbewußt, Werte ausgewählt hat, die jetzt von Rüdenberg auf Grund einer planmäßigen Untersuchung empfohlen werden. Der Verfasser vergleicht seine „rationellen" Werte mit den Massen vorhandener Modellreihen, und zwar führt er den Vergleich zeichnerisch durch, indem er die Werte in logarithmischem Maßstab aufträgt. In diesem Maßstab werden verhältnisgleiche Strecken gleich groß, dadurch wird der Vergleich erleichtert. Unter anderem werden verglichen Lichtstärken von Glühlampen, Nennleistungen von Drehstrommotoren und Spannungen*). Die üblichen Lichtstärken von Glühlampen sind: 5, 10, 16, 25, 32, 50, 100, 200, 400, 600, 1000, 2000. Fast alle diese Zahlen finden sich in obiger Zehnerreihe.

(Z. V. D. I. 1918, Heft 26.)

Literatur-Bericht.

Leitfaden der magnetischen Messungen. Von Prof. Dr. Ernst Gumlich. Braunschweig 1918, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn (Preis geh. Mk. 12).

In den letzten beiden Jahrzehnten haben nicht nur durch wissenschaftliche Untersuchungen unsere Kenntnisse über das magnetische Verhalten des Eisens und seiner Legierungen, insbesondere der Einfluß der Zusammensetzung und Behandlungsweise dieser ferromagnetischen Stoffe auf ihre magnetischen Eigenschaften, eine ganz erhebliche Erweiterung erfahren, sondern es sind auch die Meßverfahren zur Bestimmung der Magnetisierbarkeit und der Energieverluste durch die Konstruktion von Meßeinrichtungen für die Praxis zu solcher Vollkommenheit ausgebildet worden, daß diese Messungen für den Elektro- und Hütten-Ingenieur an Einfachheit und Genauigkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Man muß es daher im allgemeinen als eine verdienstvolle Arbeit bezeichnen, wenn das in den verschiedenen Zeitschriften zerstreute Material dem heutigen Stande der Forschung entsprechend in übersichtlicher und sachgemäßer Weise in einem Buche zusammengestellt wird, so daß dasselbe dem Praktiker als Anleitung zur Materialkenntnis und zur selbständigen Ausführung von magnetischen Messungen dienen kann. Mit um so größerer Genugtuung muß es begrüßt werden, wenn diese Arbeit, wie in dem vorliegenden Werke durch Professor Gumlich, von einem Fachmanne durchgeführt wurde, dessen zahlreiche wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete des Magnetismus im allgemeinen und der magnetischen Messungen im besonderen sozusagen zu dessen Lebensaufgabe geworden sind. Es ist naheliegend, daß der Verfasser als Mitglied der Physikal.-Technischen Reichsanstalt in seinem Leitfaden der magnetischen Messungen besonders die an dieser Forschungsstätte ausgebildeten Methoden und Apparate zur Behandlung bringt. Dieser Vorgang hat aber auch seine vollkommene sachliche Begründung, da die an der Physikal.-Technischen Reichsanstalt durchgeführten Arbeiten auf dem Gebiete der magnetischen Messungen, an denen Gumlich ganz hervorragenden Anteil genommen hat, richtunggebend für die ganze magnetische Meßtechnik geworden sind.

Nach einem kurzen, einleitenden Abschnitt des Buches, in welchem die magnetischen Grundbegriffe ihre systematische Erläuterung finden, folgt im zweiten, dem Hauptteil des Werkes, die eingehende Besprechung der magnetischen Meßmethoden und Meßapparate, wobei naturgemäß den wichtigen magnetometrischen, ballistischen und wattmetrischen Methoden in ihren verschiedenen Ausführungsformen ein weiter Raum gewidmet ist. Obzwar der Praktiker wohl selten in die Lage kommen wird, selbständig Messungen mit dem Magnetometer auszuführen, so ist auch für ihn die Kenntnis dieses Verfahrens von Wichtigkeit, weil nur diese Methode bei den am meisten vorkommenden stabförmigen Proben (im Gegensatze zum Ring) in Ellipsoidform absolute Messungen gestattet. Die Ellipsoidmessung verschafft dem Leser auch einen guten Einblick in die Korrektionen, die an den Meßresultaten angebracht werden müssen, wenn, wie dies bei anderen Methoden anstelle der magnetometrischen der Fall ist, von der Ellipsoidform der gestreckten Proben abgegangen wird. Die Besprechung der magnetometrischen Methode, die selbstverständlich die eingehende Beschreibung der verschiedenen Magnetometerausführungen bringt, gibt dem Verfasser auch die erwünschte Gelegenheit, den Leser mit den Besonderheiten bei der Bestimmung verschiedener Materialkonstanten (Remanenz, Koerzitivkraft, Maximalpermeabilität und Hysteresekoeffizient) vertraut zu machen.

Die so mannigfaltig angewandte ballistische Methode, bei deren Beschreibung aus didaktischen Gründen die Beifügung eines einfachen Schaltungsschemas nicht überflüssig gewesen wäre, kommt zunächst an der Ringprobe zur Anwendung, wobei die Eichung des zur Messung benutzten ballistischen Galvanometers und die erforderlichen Korrektionen zur Besprechung gelangen. Weiter ist der für Stab- und Bündelproben praktisch wichtige Jochapparat beschrieben, seine Fehlerquellen und deren Behebung im Meßergebnis durch die Scherung der Magnetisierungskurven eingehend erläutert. Von besonderem Interesse ist ferner die besprochene Ausgestaltung des Epsteinschen Magnetisierungsapparates nach Gumlich und Rogowski, durch welche diese Vorrichtung auch zur Messung der Induktion nach der ballistischen Methode benutzt werden kann und so zu einem Universalapparat für die Eisenblechuntersuchung nach den Normalien des V. D. E. ge-

*) Siehe Seite 396 d. H.

Digitized by Google

worden ist. Als besondere ballistische Messungen sind noch die Bestimmungen des Sättigungswertes anzuführen, die Gumlich in den Isthmusmethoden und besonders in der von ihm verbesserten Joch-Isthmusmethode eingehend behandelt. Ebenso haben die sehr einfache Differentialmethode von van Lonkhuyzen zur Induktionsmessung in Blechproben nach dem von der Firma Siemens & Halske konstruierten Apparat und der so anwendungsreiche Spannungsmesser von Rogowski Aufnahme gefunden. Bei letzterem wäre es vielleicht nicht überflüssig gewesen, etwas näher auf die Bedingungen hinzuweisen, unter welchen er zur Bestimmung der AW bei der Prüfung der magnetischen Eigenschaften von Probestäben und Blechbündeln nach der ballistischen Methode herangezogen werden kann (F. Goltze, Arch. f. Elektrot., II. Bd., S. 303 u. f.).

Eine ebenso zweckmäßige und eingehende Behandlung wie die früher besprochenen Meßmethoden haben die wattmetrischen Methoden erfahren. In entsprechender Würdigung der Bedürfnisse der Praxis ist dabei dem Epstein-Apparat in seiner ursprünglichen und neueren Anordnung (mit Spannungsspule) ein weiter Raum gewidmet. Auch die Trennung der Gesamtverluste in die Hysterese- und Wirbelstromverluste wird besprochen. Durch ein Übersehen hat der Verfasser bei den wattmetrischen Methoden vergessen, nochmals auf die van Lonkhuyzensche Differentialmethode zur Verlustbestimmung zurückzukommen, worauf er schon auf Seite 105 hinweist und eine Abbildung des vollständigen Apparates schon auf Seite 106 bringt. Den Schluß des Abschnittes über die Meßapparate bilden die Verfahren zur Prüfung des spezifischen Widerstandes und der magnetischen Gleichmäßigkeit der Stoffe. Als eine ganz besonders zweckmäßige Maßnahme des Verfassers muß die Beifügung von ausführlichen Zahlenbeispielen bei allen wichtigen Messungen hervorgehoben werden, wodurch dem Anfänger das Studium und die Orientierung bei der selbständigen Ausführung von Messungen erheblich erleichtert wird. Anderseits sei auf eine auffallende Besonderheit in der Bezeichnung einiger magnetischer Größen hingewiesen. Ein Teil der deutschen Autoren hält sich bei der Bezeichnung der Induktion, Feldstärke und Magnetisierungsstärke an die vom AEF vorgeschlagenen deutschen Lettern 𝔅, 𝔊 und 𝔍, ein anderer Teil wählt hiefür die von der IEC*) bevorzugten lateinischen Buchstaben *B*, *H* und *J*. Im vorliegenden Werke finden wir die gemischten Bezeichnungen 𝔅, 𝔊 und *J* für diese Größen. Auch ist für den Elektrotechniker die Bezeichnung der Frequenz eines Wechselstromes mit *p* befremdend, da ihm dieser Buchstabe ausschließlich zur Bezeichnung der Polpaarzahl dient.

Gleich willkommen wie der so inhaltsreiche Hauptabschnitt über die Messungen wird dem Praktiker der letzte Abschnitt des Buches über die magnetischen Eigenschaften der ferromagnetischen Stoffe sein, da er in demselben alles Wissenswerte über durch die Materialkonstanten bedingten Eigenschaften der verschiedenen Eisensorten, vom Elektrolyteisen bis zum harten Stahl, und der Legierungen des Eisens mit Silizium, Aluminium, Mangan, Nickel, Kobalt usw. und der Heuslerschen Legierungen zusammengestellt findet**). Die schließlich noch in Tabellenform wiedergegebenen Magnetisierungskurven verschiedener Eisensorten und Legierungen vervollständigen das so reiche, im ganzen Werke enthaltene Erfahrungsmaterial des Verfassers.

So stellt sich Prof. Gumlichs Arbeit als ein sehr sach- und zeitgemäßes Lehrbuch über das Sondergebiet der magnetischen Meßtechnik von besonderer Gründlichkeit dar, das an Klarheit der Abfassung nichts zu wünschen übrig läßt und daher jedem Techniker, der sich auf diesem Sondergebiete eingehend unterrichten will, wärmstens empfohlen werden kann. *Zickler.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Beleuchtung.

Glühlampen.

(Fortsetzung von Heft 34, Seite 388.)

Glühlampenfassungen.

Be der Glühlampenfassung von Josef Spörk in St. Veit a. d. Glan sind die aus Isoliermaterial bestehenden Wände *a* mit den üblichen Normalgewinden versehen und tragen oben einen Ansatz *b* mit einer Durchlochung *c* für die Aufhängeschnur. Der Boden der Fassung besitzt zwei Durchlochungen *g* und g_1, durch die das blank gemachte Ende des einen Leitungsdrahtes gezogen wird. Das Ende des anderen Leitungsdrahtes wird durch die Löcher *h* und h_1 gezogen, deren innere Ausmündungen durch eine das Muttergewinde kreuzende Nut miteinander verbunden sind. Durch die Durchlochungen g_1, h_2 im Fassungsansatze *b* wird eine feste Lagerung der Drahtenden in den ihnen durch Einziehen in die Löcher gegebenen Stellungen erzielt (Abb. 1).

(D. R. P. Nr. 299 880.)

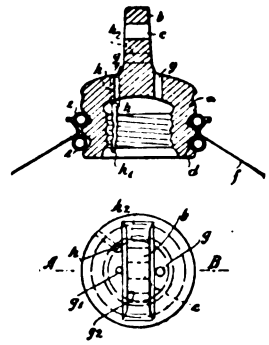


Abb. 1.

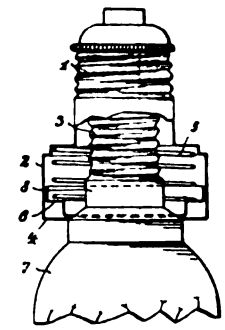


Abb. 2.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft eine Fassung jener bekannten Art, bei der eine den Lampensockel mit Abstand umgebende Kapsel vorgesehen ist, die einen elastischen, sich nach Einschrauben der Lampe auf deren Glas aufstützenden Abschluß besitzt. Die Erfindung besteht darin, daß dieser elastische Abschluß der von einer Verlängerung des Fassungsaußenmantels gebildeten Kapsel 2 von einem besonderen, in dieser Kapsel unter dem Druck einer Feder 5 verschiebbar angeordneten Ring 6 gebildet wird. Hiedurch wird es möglich, die neue Schutzvorrichtung, durch die eine Berührung des stromleitenden Lampensockels auch ohne die bisher gebräuchlichen Porzellanfassungsringe unmöglich gemacht wird, bei jeder gewöhnlichen Fassung, insbesondere auch der gebräuchlichen Edison-Fassung, ohneweiters zu verwenden und auch nachträglich an einer solchen anzubringen (Abb. 2).

(Ö. P. Nr. 73 140.)

Eine Einrichtung zur Verhinderung des Lockerns und der unbefugten Entnahme von Glühlampen wurde von Dipl.-Ing. Heinrich Junkmann in Frankfurt a. M. angegeben. In dem dargestellten Querschnitte durch die Fassung ist die Sicherungsfeder *d* ersichtlich. Diese Feder ist an einem Ende durch die Schraube *f* mit dem Isolierring fest verbunden, umspannt den Lampensockel und ragt mit dem freien Ende *i* in den Ring hinein. Beim Einschrauben der Lampe (im Sinne des Pfeiles *g*) öffnet sich die Feder und das Einschrauben geht frei vonstatten. Beim Ausschrauben der Lampe (im Sinne des Pfeiles *h*) nimmt der Lampensockel infolge der Reibung die Feder mit, diese klemmt sich fest um die Lampe und verhindert ein Drehen. Da die Feder selbst an dem mit Linksgewinde befestigten Isolierring angeordnet ist, kann ein unbefugtes Ausschrauben der Lampe nicht stattfinden. Um ein Ausschrauben dem Befugten zu ermöglichen, sind im Isolierring und im Federende Öffnungen *k* bzw. *l* angebracht, durch die in bekannter Weise ein Schlüssel eingeführt werden kann, der mit seinem Bart die Feder lüftet (Abb. 3). (D. R. P. Nr. 304 422.)

Eine Vorrichtung zur Verhütung des Herausdrehens von Glühlampen aus der Fassung rührt von Willy Vollmering in Bromberg her. Auf dem Gewindesockel *e* ist ein mit Schrägflächen versehener Ring *d* angeordnet. Will man die Lampe in die Fassung *a* einschrauben, so dreht man die im Schutzring *b* angeordneten Bolzen *i* mit den Nasen *k* um etwa 90°, worauf sich die Glühlampe eindrehen läßt. Hierauf werden die Schrauben *i* mit den verschwenkbaren Nasen *k* gedreht, bis sie sich auf dem mit Schrägflächen versehenen Ring *d* fest anlegen, wobei gleichzeitig die Fläche *q* der Nasen *k* sich gegen die Feder *o*, deren Enden sich um das Blech *p* legen, anpreßt (Abb. 4).

(D. R. P. Nr. 299 881.)

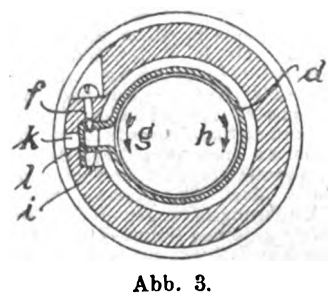


Abb. 3.

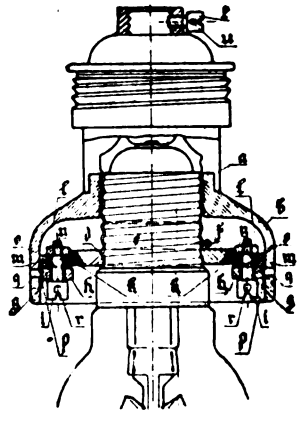


Abb. 4.

Glühlampenarmaturen.

Bei Armaturen für Beleuchtungszwecke, bei denen die Fassung zum Zwecke der Verstellung zwischen zwei oder mehreren Streben geführt ist, müssen zwei anscheinend in Widerspruch stehende Bedingungen erfüllt werden: 1. muß die Fassung an jeder Stelle unbedingt feststehen bleiben, so daß sie auch bei Erschütterungen niemals von selbst hinuntergleiten kann; 2. muß die Vorrichtung leicht beweglich

*) Auch der Internationale Elektrotechniker-Kongreß läßt in einem Nebenvorschlag diese Buchstaben in einer Sonderschrift anstelle der lateinischen Lettern zu. (Vgl. E. u. M. 1914, Seite 517.)

**) Siehe Seite 397 d. H.

Digitized by Google

sein, damit sie bei eingeschraubter Lampe durch Ziehen an derselben betätigt werden kann. Gegenstand einer Erfindung der Firma Dr.-Ing. Schneider & Co. in Frankfurt a. M. ist eine Verstellvorrichtung, die diesen Bedingungen Rechnung trägt. Die Träger *c* und *d* für die Fassung *e* tragen in Ausschnitten *h* die Federn *i*. Zwischen diesen Federn und dem Führungsgestänge *a* sind Stahlkugeln *j* angeordnet, die sowohl in eine Öffnung der Feder *i* als auch in eine Reihe von Bohrungen *g* des Gestänges *a* greifen (Abb. 5). (D. R. P. Nr. 302326.)

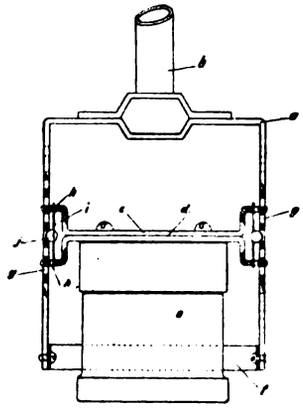


Abb. 5.

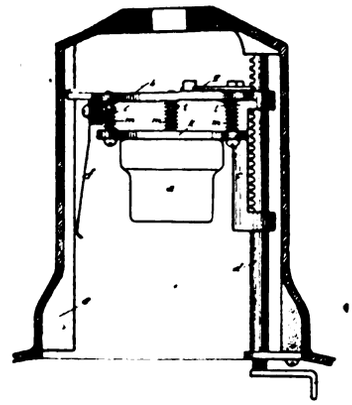


Abb. 6.

Eine Vorrichtung zum Feststellen der an einem Schlitten befestigten Glühlampenfassung durch eine seitlich angeordnete drehbare Welle hat Ernst Rathmann in Cöln-Nippes angegeben. Die Fassung *a* ist an einem Schlitten *b* befestigt, der mit seiner Führung *c* auf der gezahnten Welle *d* verschiebbar ist. Wird die Welle *d* mittels des Hebels *h* um 90° gedreht, so wird eine am Schlitten *b* angebrachte Sperrfeder *g* aus der Zahnung der Welle *d* herausgedrückt und kommt auf eine glatte Wellenseite zu liegen, auf der sie bei der jetzt geschaffenen Verschiebungsmöglichkeit des Schlittens *b* ohne Hemmung hinweggleitet. Ist die gewünschte Höhenstellung der Lampe erreicht, so wird die Welle *d*, etwa durch eine am Hebel *h* anzuordnende Feder, zurückgedreht und die Sperrfeder *g* springt in die nächstgelegene Zahnlücke der Welle *d* ein und verhindert ein weiteres Verschieben des Schlittens *b* (Abb. 6.) (D. R. P. Nr. 300431.)

Verschiedene Einrichtungen an Glühlampen.

Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft in Berlin betrifft einen Beleuchtungskörper für Innen- und Außenbeleuchtung. Bei Anwendung hochkerziger Halbwattlampen für Beleuchtungszwecke wird in vielen Fällen die außerordentliche Helligkeit der sichtbaren Lichtquelle störend empfunden. Außerdem ist eine richtige Lichtverteilung bei Anwendung großer Lichteinheiten mit Schwierigkeiten verknüpft, so daß meist große Lichtverluste durch solche nicht für die Beleuchtung nutzbar gemachten Lichtstrahlen entsteht. Nach der Erfindung wird ein Ellipsoidspiegel verwendet, in dessen einem Brennpunkt die Lichtquelle angeordnet ist, so daß die von der Lichtquelle ausgehenden Strahlen nach Austritt aus dem Beleuchtungskörper konvergieren und sich im zweiten Brennpunkt des Ellipsoides schneiden. Die Anwendung derartiger Ellipsoidspiegel ist für Scheinwerfer bekannt. Jedoch wurde bei Scheinwerfern das konvergierende Lichtbündel nur dazu benutzt, um mit Hilfe einer verhältnismäßig kleinen Zerstreuungslinse ein Strahlenbündel mit parallel gerichteten Strahlen zu erzielen. Demgegenüber wird beim Erfindungsgegenstande das hinter dem zweiten Brennpunkte des Ellipsoides liegende divergierende Strahlenbündel als solches unmittelbar oder mittelbar zu Beleuchtungszwecken benutzt. Es besteht die Möglichkeit, durch entsprechende Wahl des Ellipsoides den Strahlungswinkel des divergierenden Strahlenbündels in weiten Grenzen zu verändern und je nach dem Gebrauchszweck mehr oder weniger die gesamten räumlichen Lichtstrahlen der Lichtquelle in einem bestimmten Winkel zu vereinigen. (D. R. P. Nr. 304598.)

Eine Schaltung für elektrische Notbeleuchtung mit einer Hauptlampe, die aus einem Hauptstromnetz gespeist wird, und einer oder mehreren zueinander parallelgeschalteten Nebenlampen, für die eine Ortstromquelle, zum Beispiel Akkumulator, angeordnet ist, hat Artur Lübben in Teplitz-Schönau angegeben. Nach der Erfindung sind die Hauptlampe und die Nebenlampe oder die zueinander parallelgeschalteten Nebenlampen samt dem Akkumulator hintereinandergeschaltet und die Zu- und Abführungsleitungen durch einen Leiter überbrückt, der vom Leitungszweig zwischen Haupt- und Nebenlampe ausgeht; hiebei ist ein Schalter vorgesehen, mit welchem die Haupt- und die Nebenlampe oder die Nebenlampen, der Akkumulator sowie die Brücke gleichzeitig eingeschaltet oder ausgeschaltet werden. (Ö. P. Nr. 73842.)

Bei einer Notbeleuchtungsanlage mit zwei den Haupt- und den Ersatzstromkreis beherrschenden Elektromagnetspulen der Elektricitäts-Gesellschaft Richter, Dr. Weil & Co. in Frankfurt a. M. ist die Anordnung derart, daß in der abgeschalteten Anlage das Schaltorgan des Ersatzstromkreises im Ruhezustand das Bestreben hat, den Ersatzstromkreis zu schließen, woran es durch eine elektromagnetische Verriegelung eines Spulenkernes gehindert wird. Bei Inbetriebsetzung der Anlage von einem entfernt liegenden Punkt wird einerseits durch einen Stromstoß, den ein als Spannungsspule geschaltetes Solenoid (Hilfsspule) erhält, die Verriegelung des Ersatzstromkreises aufgehoben, und anderseits das Schließen desselben durch eine von der Hauptspule beeinflußte Belastung des Schaltorgans solange verhindert, als erstere stromdurchflossen ist. Beim Stromloswerden durch Beschädigung oder Ausbleiben der Spannung schließt sich der Ersatzstromkreis ohneweiters, da die dem Einschaltbestreben entgegenwirkende Kraft sowie die Verriegelung aufgehoben ist. Tritt der normale Betriebszustand wieder ein, so öffnet sich durch von der Hauptspule ausgeübte Belastungsänderung des Schaltorgans der Ersatzstromkreis, wodurch die Ersatzbeleuchtung erlischt. (D. R. P. Nr. 297830.)

Lampen mit Gasfüllung.

Eine elektrische Glühlampe mit Gasfüllung der Siemens & Halske Aktiengesellschaft in Siemensstadt b. Berlin ist dadurch gekennzeichnet, daß in der Nähe des Glühfadens in dem Innenraum des Gasbehälters eine nicht dicht schließende Wand angeordnet ist, die den Gasaustausch zwischen den dadurch geschaffenen Räumen des Behälters vermindert. Es tritt infolge der Vermeidung des Hochwirbelns des Gases eine Sparerwirkung ein, ähnlich der Wirkung der bekannten Sparer bei Bogenlampen. Der Sparer kann die Form einer Platte oder einer nach unten offenen Schale haben, er kann aber auch derart angeordnet sein, daß er den Glühfaden sowohl von oben als auch von unten einschließt. (Ö. P. Nr. 74068.)

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft hat einige Patente auf Glühlampen mit Metallglühkörper und Gasfüllung genommen.

Bei den mit Gas gefüllten Lampen wird die Verdampfung des Metallglühkörpers, zum Beispiel des Wolframs, nicht vollkommen aufgehoben. Der zum Beispiel bei reinem Argon noch bestehende Beschlag der Glocke bewirkt schon in ganz geringer Schichtdicke eine starke Verdunklung der Glocke. Gemäß der Erfindung wird dieser Nachteil dadurch behoben, daß die mit Argon oder einem anderen Gase von ähnlich schlechter Wärmeleitfähigkeit gefüllten Lampen Stickstoff, und zwar bis zu 10% und mehr enthalten. (Ö. P. Nr. 73741.)

Eine Ausgestaltung der Wolframglühlampe nach D. R. P. Nr. 273963*) besteht darin, daß in der Lampenglocke Phosphor und ein Oxyd, zum Beispiel Kupferoxyd, untergebracht ist, welches an Phosphor leicht Sauerstoff abgibt, wobei die Halter insbesondere aus Kupfer bestehen. (D. R. P. Nr. 292567.)

Eine Glühlampe mit Metallglühkörper und indifferenter, die Wärme schlecht leitender Gasfüllung nach D. R. P. Nr. 290932**), kennzeichnet sich dadurch, daß außer einer Füllung mit Stickstoff oder einem anderen Gas von geeignet hohem Druck in der Nähe des Fadens Quecksilber oder ein anderer verdampfbarer Stoff untergebracht ist, welcher beim Einschalten des Fadens durch die von diesem entwickelte Wärme verdampft wird und den Stickstoff, bezw. das andere Gas aus der Fadenumgebung nach dem oberen Teil der Lampenglocke verdrängt. (D. R. P. Nr. 293586.)

Bei Lampen mit Argonfüllung sind in der Glocke ganz geringe Mengen elektronegativer Gase oder Dämpfe, insbesondere Phosphordampfes, oder solcher Stoffe, die diese Gase beim Brennen der Lampe entwickeln, vorhanden, zum Zwecke, Argon benutzen zu können, das frei von Stickstoff ist oder nur wenig davon enthält. (D. R. P. Nr. 298625.)

Eine Erfindung von Dr.-Ing. Eugen Essich in Stuttgart betrifft eine Glühlampe mit Gasfüllung und Vakuummantel. Gemäß der Erfindung ist die Glühlampe mit ihrem Sockel in einem doppelwandigen, zwischen der äußeren und inneren Wandung evakuierten Glaskörper versenkbar und auswechselbar angeordnet. Hiedurch werden die Wärmeverluste, namentlich jene, die durch Ableitung durch den Sockel und die Fassung entstehen, möglichst gering.

Die Wärmeableitung durch die zwischen Glühlampe und Vakuummantel eingeschlossenen Luft wird dadurch herabgedrückt, daß durch eine oder mehrere Scheiben der Luftraum in dem Vakuummantel unterteilt wird.

Der Vakuummantel kann teilweise mit einem Metallbelag versehen werden, wodurch neben der Rückstrahlung der Lichtstrahlen auch eine intensive Rückstrahlung der Wärmestrahlen stattfindet, wodurch eine weitere Verminderung der Wärmeverluste eintritt. (D. R. P. Nr. 293210, Nr. 293799 und Nr. 293800.)

(Fortsetzung folgt.)

Personalnachrichten.

Ministerialrat Ing.. Otto Kunze, Hofrat Dr. Ludwig Kusminsky, Hofrat Dr. Phil. Kamillo Wessely, Oberinspektor Dr. Phil. Gottfried Dimmer, Baurat Ing. Alfred Grünhut, Baurat Ing. Josef Löwy, wurden durch Verleihung des Kriegskreuzes für Zivildienste zweiter Klasse und der technische Adjunkt Ing. Herbert Conrad durch Verleihung des Kriegskreuzes für Zivildienste dritter Klasse ausgezeichnet.

*) E. u. M. 1916, Seite 532.

**) E. u. M. 1916, Seite 543.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
8. September 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 36.
36. Jahrgang.

INHALT:

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen 401
Strahlung, Elektrizität und Materie. Von Dr. Gustav Großmann 402
Rundschau 409
Literatur-Bericht 412
Personalnachrichten 412

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen.

10. Anhang.

Über Beschluß des Regulativkomitees des Elektrotechnischen Vereines (Obmann Herr Hofrat Professor K. Hochenegg) wurde — wie im Heft 22, Jahrgang 1918 veröffentlicht worden ist — in Ergänzung des 6. Anhanges der „Sicherheitsvorschriften" (Aluminium als Leitungsmaterial) ein 10. Anhang, betreffend die Verwendung von Aluminium minderer Leitfähigkeit als Leitungsmaterial, herausgegeben.

Die behördliche Anerkennung des 10. Anhanges ist nunmehr erflossen; wir veröffentlichen nachfolgend die bezügliche Zuschrift des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten, sowie den an sämtliche politischen Landesbehörden ergangenen Runderlaß.

Die Vereinsleitung.

K. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten.
Z. 51432 — El.

Wien, am 21. August 1918.

An den geehrten Elektrotechnischen Verein in Wien.

Mit Beziehung auf die Eingabe des verehrlichen Vereines vom 15. Juni 1918, Nr. 4229, wird angeschlossen eine Abschrift des unter Einem an sämtliche politischen Landesbehörden ergehenden Runderlasses über die Anerkennung der im 10. Anhange zu den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" enthaltenen Ergänzung des 6. Anhanges übermittelt, wonach nunmehr auch Aluminium von geringerer Leitfähigkeit, als bisher vorgeschrieben war, verwendet werden kann.

Der k. k. Minister:
Homann m. p.

K. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten.

Z. 51432 — El.
Ergänzung der Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen; 10. Anhang.

Wien, am 21. August 1918.

An sämtliche politischen Landesbehörden!

Im 6. Anhang zu den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" wurde bestimmt, daß bei der Verwendung von Aluminium als elektrisches Leitungsmaterial der Widerstand eines Aluminiumdrahtes von 1 mm² Querschnitt und 1000 m Länge bei 15° C nicht mehr als 29 Ω betragen soll. Die seither von den österreichischen Kabel- und Leitungsmaterialfabriken gemachten Erfahrungen haben jedoch ergeben, daß diese Leitfähigkeit bei dem gegenwärtig marktgängigen Aluminium nicht mehr allgemein erreicht werden kann, weshalb der Elektrotechnische Verein in Wien über Beschluß seines Regulativkomitees diesem Umstande durch Ergänzung jener Bestimmung in der Weise Rechnung getragen hat, daß für die Dauer des Krieges und einige Zeit nachher bis auf Widerruf auch Aluminium von geringerer Leitfähigkeit verwendet werden kann, doch soll der Leitungswiderstand unter den oben angegebenen Verhältnissen nicht mehr als 31 Ω betragen.

Das Ministerium für öffentliche Arbeiten hat im Einvernehmen mit dem k. k. Ministerium des Innern, dem k. k. Handelsministerium und dem k. k. Eisenbahnministerium diese im 10. Anhang zu den „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" zum Ausdrucke kommende Abänderung des durch den Runderlaß vom 31. Dezember 1916, Z. 89718—VI, behördlich anerkannten 6. Anhanges genehmigend zur Kenntnis genommen; bei einschlägigen Amtshandlungen wird sonach auf diese Änderung entsprechend Bedacht zu nehmen sein.

Sonderabdrücke des durch den 10. Anhang ergänzten 6. Anhanges sind beim Elektrotechnischen Vereine in Wien, VI, Theobaldgasse 12, erhältlich. Die genehmigte Ergänzung wird überdies demnächst auch im Verordnungsblatte des k. k. Ministeriums des Innern und in der „Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst" zum Abdrucke gelangen.

Hievon sind die unterstehenden politischen Behörden entsprechend in Kenntnis zu setzen.

Der k. k. Minister:
Homann m. p.

Digitized by Google

Strahlung, Elektrizität und Materie *).

Von Dr. Gustav Großmann, Wien.

Inhaltsübersicht:

I. Ältere Anschauungen über den Bau der Materie und das Wesen der Elektrizität.
1. Materie.
2. Elektrizität.
II. Über Korpuskularstrahlung und die Rolle der elektrischen Korpuskel im Atombau.
1. Negative Korpuskularstrahlung (Kathoden- und β-Strahlen).
2. Positive Korpuskularstrahlung (Kanal- und α-Strahlen).
3. Die Konstitution der Atome.
III. Über hochfrequente Wellenstrahlen und den Bau der Materie.
1. Röntgen- und γ-Strahlen.
2. Die Materie im Lichte der neueren Forschungen über Röntgenstrahlen.

I. Ältere Anschauungen über den Bau der Materie und das Wesen der Elektrizität.

1. Materie.

Die erste Aufklärungsarbeit in der Erforschung der Beschaffenheit der Materie hat die Chemie geleistet. Aus dem Studium der chemischen Teilbarkeit der Stoffe in einfache Substanzen, in die sogenannten Elemente, und der Vereinigung der Elemente in zusammengesetzte Stoffe ging die von John Dalton im Jahre 1803 gegründete Atomtheorie hervor. Diese Lehre ist auf die Hypothese aufgebaut, daß sich die zusammengesetzten Stoffe aus der Aneinanderlagerung solcher kleinster Teile der sie bildenden Elemente ergeben, die sich weder physikalisch noch chemisch weiter unterteilen lassen und die ganz bestimmte, für jedes Element charakteristische Massen haben. Diese kleinsten Teile der Elemente heißen Atome.

Die absolute Größe der Atommassen zu ermitteln gelang nicht; man lernte bloß die Verhältniszahlen der Atomgewichte kennen. Man setzte daher das Atomgewicht des leichtesten aller Stoffe, des Wasserstoffes, willkürlich = 1 und berechnete aus den experimentell ermittelten Verhältniszahlen die relativen Atomgewichte der Elemente. Man pflegt sie allgemein als Atomgewichte schlechtweg zu bezeichnen.

Bereits zu Anfang des vorigen Jahrhundertes machte sich vielfach die Anschauung geltend, daß das Atom selbst auch noch komplex und wenn auch nicht chemisch, so doch physikalisch teilbar ist. Diese Vermutung schöpfte ihre Nahrung aus der von griechischen Philosophen aus dem Altertume überlieferten Vorstellung, daß die sämtlichen chemischen Elemente aus einer gemeinsamen Urmaterie hervorgehen und daß die Verschiedenartigkeit der Stoffe bloß auf die Verschiedenheit der Anzahl und der Gruppierung der in ihren Atomen enthaltenen Uratome zurückzuführen sei. So stellte Prout im Jahre 1815 die Hypothese auf, daß der Wasserstoff der Urstoff aller Elemente ist, während Dumas die Ansicht vertrat, daß das Uratom kleiner als das Wasserstoffatom, und zwar ein Atom sein müßte, dessen Masse ein Viertel derjenigen des Wasserstoffatomes beträgt. Doch die Erfahrung vermochte keine Beweise für die Komplexität der Atome zu liefern, so daß die Hypothese von der Urmaterie allmählich in den Hintergrund rückte. Sie wurde aber aus ihrem Dornröschenschlafe erweckt, wie Newlands im Jahre 1865 entdeckte, daß in den chemischen Eigenschaften der Elemente eine Periodizität bemerkbar ist, wenn man sie, nach steigendem Atomgewicht geordnet, hintereinander anschreibt. Das periodische Gesetz tritt besonders anschaulich dann zu Tage, wenn man die Elemente ins Schema des von Mendelejeff und Lothar Meyer im Jahre 1869 aufgestellten sogenannten periodischen oder natürlichen Systemes einträgt (Tabelle I. Diese veranschaulicht das periodische System der Elemente allerdings nicht in seiner ursprünglichen Form, sondern entsprechend dem heutigen Stande der Chemie). Wie bereits die stellenweise unregelmäßige Gruppierung der Elemente in der Tabelle vermuten läßt, sind an der Periodizität nicht alle Elemente beteiligt; sie erstreckt sich bloß auf die in der nullten Reihe eingetragenen Edelgase und die in die Vertikalreihen I bis VII eingeordneten Elemente, nicht jedoch auf die zur Gruppe VIII zusammengefaßten, wie Fe, Co, Ni, Ru usw., denen man eine Sonderstellung einräumen mußte, um nicht das System als solches zu stören. Auch bestehen in dem Schema Unregelmäßigkeiten, die dadurch zustandegekommen sind, daß man bei der Einordnung mancher Elemente einen gewissen Zwang ausüben mußte. So mußte gleich das erste Element, der Wasserstoff, eine Ausnahmestellung erhalten. Weiter sind einzelne Reihen, wie zum Beispiel die vierte Oktave, um ein Glied zu kurz gekommen, während in andere Reihen mehr als acht Elemente eingezwängt werden mußten, um den diesen nachfolgenden den ihnen gebührenden Platz anweisen zu können. Das System ist also nicht streng periodisch. Doch mag es auch gewisse Unregelmäßigkeiten aufweisen, so zeigen sich doch andererseits in ihm auffallende Gesetzmäßigkeiten. So ist zum Beispiel die chemische Valenz eine periodische Funktion des Atomgewichtes. Sie wächst vom Werte 1, der den Elementen der Vertikalreihe *I*, den Alkalien, entspricht, immer um 1 wachsend, bis zum Werte 4, der den Elementen der Vertikalreihe *IV* zukommt, und fällt nachher, immer um 1 abnehmend, bis auf den Wert 1, den sie bei den Halogenen erreicht. So sind die Valenzen von Li, Be, B und C der Reihe nach = 1, 2, 3 und 4 und die von N, O und F sind 3, 2 und 1. Dasselbe wiederholt sich bei den Elementen der anderen Horizontalreihen. Ebenso sind die Dichte, das Atomvolumen, die Schmelztemperatur usw., überhaupt alle diejenigen Eigenschaften, die von der chemischen Bindung der Atome und dem physikalischen Zustand der Stoffe abhängen, periodische Funktionen des Atomgewichtes.

Diese unverkennbaren Gesetzmäßigkeiten deuten darauf hin, daß zwischen den verschiedenartigen Elementen irgend ein innerer Zusammenhang besteht, daß alle Stoffe etwas gemeinsames haben müssen. Und da es lediglich die chemischen Eigenschaften der Elemente sind, die den Gesetzen der Periodizität unterliegen, so mußte man vermuten, daß die Verwandtschaft der Elemente interatomistischer Natur ist und das Gemeinsame in ihnen in der Konstitution der Atome zu suchen ist.

Doch den Nachweis von der Richtigkeit aller dieser Vermutungen zu erbringen ist der Chemie bis zum Anfang der Neunzigerjahre des vorigen Jahrhundertes, bis zu der Zeit, als die Forschungen einsetzten, mit denen wir uns hier vornehmlich beschäftigen wollen, nicht geglückt. Es war ihr nämlich in der Erforschung der Beschaffenheit der Materie beim Atom eine Grenze gesetzt, die zu überschreiten und um in das Wesen des Atomes einzudringen, ihr keine Mittel zu Gebote standen. Doch auch die Physik vermochte zu der Zeit noch nicht in die Konstitution

*) Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein in Wien am 4. April 1918.

Es sollen lediglich die Forschungen über den Bau der Materie und das Wesen der Elektrizität erörtert werden. Die Strahlungsforschungen werden nur insoweit behandelt, als sie zum Zwecke jener anderen Forschungen dienen. Unter Materie sind wägbare Stoffe verstanden.

Digitized by Google

Tabelle I.

Gruppe:	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
Grundform der Verbindungen		mit Wasserstoff oder einem Halogen (X):									
		MX	MX_2	MX_3	MX_4	MX_3	MX_2	MX_1			
		mit Sauerstoff:									
		M_2O	MO	M_2O_3	MO_2	M_2O_5	MO_3	M_2O_7	MO_3	MO_2	MO
1 *H* 1·008	2 *He* 4·00	3 *Li* 6·94	4 *Be* 9·1	5 *B* 11·0	6 *C* 12·00	7 *N* 14·01	8 *O* 16·00	9 *F* 19·0			
	10 *Ne* 20·2	11 *Na* 23·00	12 *Mg* 24·32	13 *Al* 27·1	14 *Si* 28·3	15 *P* 31·04	16 *S* 32·06	17 *Cl* 35·46			
	18 *A* 39·88	⟷ 19 *K* 39·10	20 *Ca* 40·07	21 *Sc* 44·1	22 *Ti* 48·1	23 *V* 51·0	24 *Cr* 52·0	25 *Mn* 54·93	26 *Fe* 55·84	27 *Co* 58·97	⟷ 28 *Ni* 58·68
		29 *Cu* 63·57	30 *Zn* 65·37	31 *Ga* 69·9	32 *Ge* 72·5	33 *As* 74·96	34 *Se* 79·2	35 *Br* 79·92			
	36 *Kr* 82·92	37 *Rb* 85·45	38 *Sr* 87·68	39 *Y* 88·7	40 *Zr* 90·6	41 *Nb* 93·5	42 *Mo* 96·0	43 — —	44 *Ru* 101·7	45 *Rh* 102·9	46 *Pd* 106·7
		47 *Ag* 107·88	48 *Cd* 112·40	49 *In* 114·8	50 *Sn* 118·7	51 *Sb* 120·2	52 *Te* 127·5	⟷ 53 *J* 126·92			
	54 *X* 130·2	55 *Cs* 132·81	56 *Ba* 137·37	57 *La* 139·0	58 *Ce* 140·25	59 *Pr* 140·6	60 *Nd* 144·3	61 — —	62 *Sm* 150·4	63 *Eu* 152·0	
	64 *Gd* 157·3	65 *Tb* 159·2	66 *Ds* 162·5	67 *Ho* 163·5	68 *Er* 167·7	69 *Tu* 168·5	70 *Yb* 173·5	71 *Lu* 175·0	72 *Kt* (178)	73 *Ta* 181·5	74 *W* 184·0	75 — —	76 *Os* 190·9	77 *Ir* 193·1	78 *Pt* 195·2
		79 *Au* 197·2	80 *Hg* 200·6	81 *Tl* 204·0	82 *Pb* 207·2	83 *Bi* 208·0	84 *Po* 210·5	85 — —			
	86 *Em* 222·5	87 — —	88 *Ra* 226·5	89 *c* (227)	90 *Th* 232·15	91 *Bv* (234)	92 *U* 238·2				

Die vor den Zeichen der Elemente stehenden Zahlen bedeuten die Ordnungszahlen, die darunter gesetzten die Atomgewichte.

der Atome Einblick zu gewinnen. Sie konnte nicht viel mehr, als die Richtigkeit der Atomtheorie zu bestätigen. Dies gelang ihr in überzeugender Weise an Hand der von Faraday gewonnenen Erkenntnis, daß die in einem flüssigen Elektrolyten beim Durchtritt einer bestimmten Elektrizitätsmenge zur Ausscheidung gelangenden Massen verschiedener Elemente deren Atomgewichten direkt und ihren Valenzen umgekehrt proportional sind. Immerhin hat die Physik einen Beitrag zur Atomistik insoweit zu liefern vermocht, als es dem Wiener Physiker Loschmidt im Jahre 1865 gelungen ist, auf die kinetische Gastheorie gestützt, die (im Sinne des Avogadroschen Gesetzes für alle Elemente gleiche) Anzahl der Gasmoleküle zu berechnen, die im Volumen von 1 cm³ bei der Temperatur von 0° C und beim Drucke von einer Atmosphäre enthalten sind. Aus dieser Molekelzahl, der sogenannten Loschmidtschen Zahl, deren heutiger, korrigierter Wert 28 Trillionen beträgt, konnten die ersten sicheren Anhaltspunkte für die Abmessungen von Molekülen und Atomen gewonnen werden. Danach muß die Masse eines Wasserstoffmoleküles $3{\cdot}2 \cdot 10^{-24}$ g, dessen Durchmesser $2{\cdot}4 \cdot 10^{-8}$ cm betragen.

Die Physik hat außer der Elektrolyse noch ein Mittel zur chemischen Analyse gestellt: die Spektraluntersuchung. Bekanntlich läßt sich das Licht, das von einem in der Hitze der Bunsenflamme dissoziierten einfachen Stoff, zum Beispiel Natrium oder Eisen, ausgestrahlt wird, in ein diskontinuierliches Spektrum, nämlich ein aus zahlreichen, voneinander getrennten Linien bestehendes Linienspektrum auflösen. Jedem Element entspricht ein anderes, aus für es charakteristischen Linien bestehendes Spektrum. Auch zusammengesetzte Stoffe geben Linienspektra, und zwar solche, die aus der Überlagerung der Spektren der sie bildenden Bestandteile hervorgehen. Auf diesen von Kirchhoff und Bunsen im Jahre 1860 entdeckten Tatsachen beruht die sogenannte Spektralanalyse. Diese hat der Chemie große Dienste geleistet. Sie hat zur Entdeckung einer Reihe von Elementen, wie des Caesium, Rubidium, Thallium, Indium, Gallium u. a. m., geführt. Doch die Physik vermochte aus der Spektroskopie und Spektrographie bloß spärlichen Nutzen zu ziehen. Denn trotz vieler Bemühungen wollte es nicht glücken, zwischen den Wellenlängen der für die verschiedenen Elemente charakteristischen Linien und irgend welchen anderen physikalischen Größen Zusammenhänge herzuleiten. Diese Aufgabe war auch schwierig und wurde mit der Verfeinerung der spektrographischen Methode immer schwieriger. Denn mit der Vergrößerung der Dispersion kamen in den Spektren immer mehr und mehr Linien zum Vorschein und bald wuchs deren Anzahl, insbesondere in den Spektren der schwereren Elemente, ins Unübersehbare. Sie bewegt sich bei den leichten Elementen, wie Lithium, Natrium und Kalium, noch in bescheidenen Grenzen; sie beträgt da nicht mehr als 20 bis 40. Jedoch das Spektrum des Bariums weist bereits 163, dasjenige des Titans über 700 Linien auf und im Spektrum des Eisens hat man mehr als 5000 Linien festgestellt.

Man hat auch nach Gesetzmäßigkeiten, die zwischen den Linien eines Spektrums bestehen könnten, geforscht. Konnte man doch vermuten, daß, ähnlich wie ein Klang aus einer Grundschwingung und zahlreichen Obertönen

Digitized by Google

besteht, sich auch das von einem glühenden Stoff ausgesandte Licht aus einer Grundwelle und Nebenwellen multipler Schwingungszahlen zusammensetzt. So gelang es dem Schweizer Balmer im Jahre 1885 eine einfache Beziehung zwischen den Linien des Wasserstoffes aufzudecken, die er in die Formel kleiden konnte:

$$\lambda = h \frac{m^2}{m^2 - 4} \quad \ldots\ldots\ldots 1),$$

worin h eine Konstante, und zwar = 3646·13 ist und m eine ganze Zahl bedeutet, die alle Werte zwischen 3 und ∞ annehmen kann. Diese Formel gibt mit vorzüglicher Genauigkeit die Werte von λ für 29 Linien des Wasserstoffes an. Auch für die Alkalien und ähnlich für Mg, Ca, Sr und Ba sind Linienreihen aufgefunden worden, die sich durch der Balmerschen ähnliche Formeln wiedergeben lassen. Doch damit sind auch alle Erfolge erschöpft, die die Spektrographie nach der physikalischen Richtung hin bis um das Jahr 1890 herum geliefert hat. Die Hoffnung, aus dem Bau der Spektren auf die Konstitution der Atome schließen zu können, blieb unerfüllt. Man konnte aus ihnen bloß den Schluß ziehen, daß die Konstitution des Atomes mit steigendem Atomgewicht verwickelter wird.

2. Elektrizität.

Einen Einblick in die Konstitution der Atome zu gewinnen, ist nicht eher gelungen, als man die Beziehungen zwischen Elektrizität und Materie erkannt hatte.

Die ältere Elektrizitätslehre hat zwei Theorien der Elektrizität unterschieden: die sogenannte dualistische und die unitarische. Die dualistische Theorie Symmers setzt die Existenz zweier Fluida voraus, von denen die eine positive Elektrizität, die andere negative Elektrizität heißt und die beide dauernd bestehen, weder erzeugt, noch vernichtet werden können. Die unitarische Theorie Benjamin Franklins hingegen ist auf die Annahme gegründet, daß es bloß eine Art Elektrizität gibt, und zwar die positive.

Irgendwelche bestimmte physikalische Eigenschaften legt die alte Elektrizitätslehre den elektrischen Ladungen nicht bei. Auch ist es ihr gar nicht darum zu tun, die Wechselwirkung zwischen Materie und Elektrizität zu erforschen. Sie betrachtet vielmehr die elektrischen Phänomene für sich allein, ohne sich um den physikalischen Zustand der Stoffe, in denen sich die elektrischen Erscheinungen abspielen, zu bekümmern. Auch legt sich die alte Elektrizitätslehre keine Rechenschaft darüber ab, wie die Übertragung der Kräfte vor sich geht, mit denen zwei elektrisch geladene Körper aufeinander einwirken, und macht sich keinerlei Gedanken darüber, ob die Art des zwischenliegenden Mediums auf die Größe dieser Kräfte von Einfluß sein könnte.

M. Faraday war der erste, der mit seinem durchdringenden Geiste erkannte, daß Kräfte zwischen zwei Körpern nicht ohne ein die Kräfte vermittelndes Etwas denkbar sind. Nach seiner Vorstellung muß ein Medium vorhanden sein, das die Wirkung des einen Körpers auf den anderen vermittelt, und zwar so, daß sie sich kontinuierlich und mit endlicher Geschwindigkeit fortpflanzt. Auf dieser Auffassung fußend, entwickelte er neue Anschauungen über das Wesen der elektrostatischen Erscheinungen. Er schuf den Begriff der Kraftlinie, die für ihn nicht bloß etwas Abstraktes, sondern eine physikalische Realität war, pflanzte diesen Begriff auch in das Gebiet der Elektrodynamik ein und bereitete so den Boden für eine neue Lehre des Elektromagnetismus vor, die von seinen Schülern, J. J. Thomson und vornehmlich von Cl. Maxwell, mathematisch ausgebaut wurde.

Nach Maxwells Auffassung soll das Medium, das die elektrischen und magnetischen Kräfte überträgt, nichts anderes als der Äther sein, jenes Medium, dessen Existenz man in der Optik zur Erklärung der Fortpflanzung des Lichtes im Weltenraume angenommen und von dem man die Vorstellung entwickelt hat, daß es ein den ganzen Weltenraum kontinuierlich ausfüllender, unwägbarer Stoff ist. Auch setzte er voraus, daß die Fortpflanzung der elektromagnetischen Kräfte im Weltenraume mit Lichtgeschwindigkeit vor sich geht. Weiter nahm Maxwell an, daß das Licht nichts anderes als eine periodisch verlaufende elektromagnetische Störung ist und wandte die Gleichungen seiner Theorie auf rhythmisch verlaufende elektromagnetische Störungen an. Da gelangte er in bezug auf die Fortpflanzung solcher Störungen in materiellen Medien und in bezug auf ihren Durchtritt durch die Grenzflächen verschiedenartiger Stoffe zu Folgerungen, die mit den an Lichtwellen gefundenen Erfahrungen im Einklang standen. Damit war es theoretisch bewiesen, daß Licht seiner Natur nach nichts anderes als eine elektromagnetische Erscheinung ist. Die experimentelle Bestätigung für die geniale Theorie Maxwells lieferte im Jahre 1888 H. Hertz. Dieser hat mit seinen klassischen Versuchen dargetan, daß eine schnell hin und her schwingende elektrische Ladung elektrische und magnetische Wellen wachruft, die sich von ihrer Ausgangsstelle nach allen Richtungen hin fortpflanzen und die Gesetze des Lichtes befolgen, indem sie unter geeigneten Bedingungen Reflexion, Brechung, Polarisation und Interferenz erfahren. War es damit bewiesen, daß eine periodische elektromagnetische Störung oder eine Welle elektrischer Kraft, wie sie sie Hertz nannte, dem Wesen nach das gleiche wie Licht ist, so mußte auch umgekehrt gelten, daß Lichtwellen nichts anderes als elektrische Wellen sind.

Doch die Maxwellsche Theorie gab die Gesetze des Lichtes bloß qualitativ richtig wieder. In quantitativer Beziehung hingegen wies sie Unstimmigkeiten mit der Erfahrung auf. So sollte die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes nach der Maxwellschen Theorie für ein und dasselbe Medium von der Frequenz unabhängig sein. Doch dies läuft der Erfahrung zuwider; wird ja doch in irgend einem lichtdurchlässigen Stoff Licht je nach seiner Schwingungszahl in verschieden starkem Maße gebrochen. Nach der Maxwellschen Theorie sollte ein elektrisch leitender Körper für Licht undurchlässig sein. Doch in Wirklichkeit gilt diese Folgerung aus der Theorie bloß für Metalle, nicht jedoch für elektrolytische Lösungen, die elektrisch leitend und dennoch durchsichtig sind. Es zeigte sich unter anderem, daß die aus der Maxwellschen Theorie hergeleitete Beziehung zwischen dem Brechungsindex n und der Dielektrizitätskonstanten k:

$$n^2 = k \quad \ldots\ldots\ldots 2),$$

nur für gewisse Stoffe, wie zum Beispiel für Kohlenwasserstoffe, gültig ist, jedoch von anderen, wie zum Beispiel Glas und Wasser, nicht befolgt wird.

Diese und andere Unzulänglichkeiten der Maxwellschen Theorie rührten einesteils davon her, daß sie die Beziehungen zwischen Elektrizität und Materie nur in ungenügendem Maße berücksichtigte, anderenteils davon, daß sie, im Gegensatz zur alten Elektrizitätslehre, die Elektrizität nicht für etwas Stoffliches ansah, sondern in ihrem Streben nach Abstraktion in den Fehler verfiel, daß sie in den elektrischen Ladungen lediglich diejenigen Stellen im Raume erblickte, an denen Kraftlinien entspringen oder endigen. Daher vermag die Maxwellsche

Digitized by Google

Theorie über die Erscheinungen und Gesetze der Elektrolyse keinerlei Aufschluß zu geben.

Daß die Elektrizität wirklich etwas Stoffliches ist und eine bestimmte, und zwar eine atomistische Struktur haben muß, ging bereits aus dem Studium der Elektrolyse von Flüssigkeiten hervor, deren Gesetze Faraday im Jahre 1835 aufstellte. Schickt man durch einen flüssigen Elektrolyten, zum Beispiel eine wässerige Salzlösung oder eine verdünnte Säure, einen Gleichstrom, so spielt sich darin eine Wanderung von positiven Ionen, das heißt, von mit bestimmten positiven Ladungen behafteten Atomen, in der Richtung von der Anode zur Kathode hin und umgekehrt eine Wanderung von negativen Ionen, das heißt, von mit bestimmten negativen Ladungen versehenen Atomen, im entgegengesetzten Sinne statt. Die an ihren Endzielen angelangten Ionen geben ihre Ladungen an die Kathode bezw. Anode ab, so daß sie zu elektrisch neutralen Atomen degenerieren. Diese scheiden an den Elektroden aus oder rufen dort bestimmte chemische Wirkungen hervor. Wie Faraday gezeigt hat, sind die Mengen Elektrizität, die an den beiden Elektroden abgegeben werden, der Anzahl der dort ankommenden Atome proportional. Wie er weiter gefunden hat, ist die den Elektroden durch einwertige Atome zugeführte Elektrizitätsmenge bloß von der Anzahl der Träger abhängig, jedoch davon ganz unabhängig, ob die Träger Wasserstoffatome, Chloratome oder Natriumatome sind. Mit anderen Worten, die elektrischen Ladungen der Ionen aller einwertigen Elemente sind gleich groß. Ebenso besitzen die Ionen aller zweiwertigen Atome, wie zum Beispiel Sauerstoff, Kupfer und andere mehr, gleich große Ladungen, und zwar je eine Ladung, die das Doppelte derjenigen des Wasserstoffions beträgt. Ähnlich ist die Ladung von einem Ion eines dreiwertigen Elementes das Dreifache derjenigen eines einwertigen Elementes usw. Es kommen also bloß das Einfache und ganze Vielfache der Ladung ε des Wasserstoffions vor. Niemals konnten jedoch Bruchteile dieser Ladung festgestellt werden. Daher war man berechtigt, diese kleinste vorkommende elektrische Ladung ε, die in elektrostatischem Maße $4{\cdot}7 \cdot 10^{-10}$ cgs-Einheiten beträgt, für unteilbar, also für ein Atom der Elektrizität anzusehen und sie als das Elementarquantum der Elektrizität zu bezeichnen. Man nennt sie nach dem Vorschlage von J. Stoney Elektron.

Im Jahre 1878 entwickelte H. A. Lorentz eine auf der Maxwellschen Theorie fußende neue Theorie der Elektrizität. Gemäß dieser wird überall in der Materie die Existenz diskreter elektrischer Ladungen angenommen und vorausgesetzt, daß diese sowohl in der Ruhe wie in der Bewegung in dem als ruhend angesehenen Äther Verschiebungen hervorbringen und umgekehrt bei Verschiebungen im Äther der Einwirkung von Kräften unterliegen. Später nahm Lorentz an, daß die elektrischen Ladungen, die Elektronen, bloß in Leitern von Molekül zu Molekül zu wandern und sich beliebig frei zu bewegen imstande sind, während sie sich in Isolatoren bloß innerhalb je eines Moleküls bewegen können. Weiter entwickelte er die Anschauung, daß die Elektronen in den Atomen hochgradig erhitzter Körper in schnelle Schwingungen geraten und dadurch die von ihnen ausgesandten Lichtstrahlen erzeugen. So gelangte er zur sogenannten Elektronentheorie des Lichtes und der Elektrizität, mit der er die elektrischen und optischen Erscheinungen im Einklang mit der Erfahrung zu erklären vermag.

Diese Theorie verdankt ihre wunderbaren Erfolge nicht so sehr der Grundannahme von der diskontinuierlichen Verteilung der elektrischen Ladungen, als dem Umstande, daß sie dem Elektron eine endliche Masse zuschreibt. Mit dieser Theorie, deren Grundzüge Lorentz im Jahre 1893 veröffentlichte, eilte er seiner Zeit voraus, denn gerade um jene Zeit herum setzten die Untersuchungen ein, die eine Aufklärung über das Wesen und die Konstitution der Elektrizität brachten. Es waren dies die Untersuchungen über die Korpuskularstrahlen, die beim Durchtritt von Elektrizität durch verdünnte Gase auftreten.

II. Über Korpuskularstrahlung und die Rolle der elektrischen Korpuskel im Atombau.

1. Negative Korpuskularstrahlung (Kathoden- und β-Strahlen).

Läßt man durch eine aus Thüringer Glas gefertigte Vakuumröhre (Abb. 1) einen von einer hochgespannten Gleichstromquelle gelieferten elektrischen Strom hindurchtreten, so nehmen wir an dem der Kathode K entgegengesetzten Röhrenende an der Glaswandung grünes

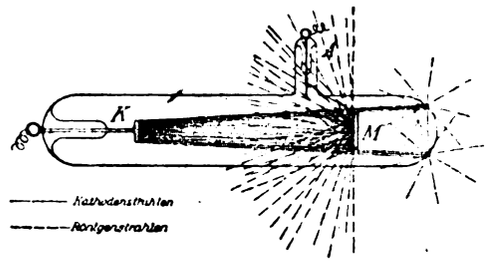


Abb. 1.

Fluoreszenzlicht wahr. Befindet sich zwischen Kathode und jenem Röhrenende irgend ein fester Körper, beispielsweise eine Metallplatte M, so tritt innerhalb des fluoreszierenden Gebietes der Röhrenwandung ein nichtleuchtendes Flächenstück zu Tage, das sich wie das Schattenbild jenes Gegenstandes ausnimmt. Wir erkennen hieraus, daß von der Kathode ein Etwas ausgeht, was geradlinig fortschreitet, von festen Körpern aufgehalten wird und Glas zur Fluoreszenz anregt. Dieses unsichtbare Etwas sind die von Plücker im Jahre 1859 entdeckten Kathodenstrahlen. Wie bereits W. Hittorf im Jahre 1869 feststellte und W. Crookes in seinen Vorlesungen (1874) demonstrierte, haben diese Strahlen unter anderem die Eigenschaft, daß sie durch magnetische Kräfte von ihrer geradlinigen Bahn abgelenkt werden können. Hieraus und aus der später von J. J. Thomson und W. Kaufmann festgestellten Tatsache, daß sie auch durch elektrische Kräfte aus ihrer Bahn ablenkbar sind, mußte man schließen, daß die Kathodenstrahlen eine elektrische Strömung darstellen. Man nahm an, daß sie einen Schwarm von der Kathode fortgeschleuderter elektrischer Partikel bilden. Aus dem Sinne der Ablenkungen, die die Kathodenstrahlen durch magnetische und elektrische Kräfte erfahren, konnte man noch herleiten, daß die Teilchen negativ elektrisch sind. Nun hieß es noch eine Aufklärung über die Größe dieser Korpuskel zu finden. Eine Reihe von Physikern, vor allen J. J. Thomson, weiter W. Kaufmann, Ph. Lenard, W. Wien und E. Wiechert, die sich dieser Aufgabe unterzogen, ersannen verschiedene Methoden, nach denen es ihnen möglich wurde, aus der gemessenen Größe der Ablenkung, die die Kathodenstrahlen durch elektrische und magnetische Kräfte bestimmter Größe erfahren, einerseits die Geschwindigkeit der Korpuskel, die sogenannte Kathodenstrahlengeschwindigkeit, andererseits das Verhältnis der Korpuskelmasse m_k zu ihrer elektrischen Ladung e_k, den Quotienten $\frac{m_k}{e_k}$, zu berechnen.

Digitized by Google

Für die Geschwindigkeiten der Kathodenstrahlenteilchen mußten, wie vorauszusehen war, verschiedene Beträge gefunden werden je nach der Größe der sie antreibenden elektrischen Kräfte, das heißt, je nach der Höhe der zwischen Anode und Kathode wirksamen elektrischen Spannung. Es wurden Geschwindigkeiten errechnet, wie solche für bewegte Massenteile früher auch nicht annähernd festgestellt worden sind, und zwar solche von 30 000 bis 120 000 km/s, also Geschwindigkeiten, die $^1/_{10}$ bis $^4/_{10}$ der Lichtgeschwindigkeit betragen.

War bereits dieses Ergebnis überraschend, so war es noch viel mehr der Schluß, der aus den voneinander nur wenig abweichenden Zahlenwerten von $\frac{m_k}{e_k}$ in bezug auf die Korpuskelmasse gezogen werden mußte. Es wurde nämlich gefunden, daß $\frac{m_k}{e_k}$ ungefähr 1800mal kleiner ist als das Verhältnis der Masse m_H eines Wasserstoffatomes zu derjenigen elektrischen Ladung ε, mit der es behaftet ist, wenn es bei der Elektrolyse als Ion den Transport der Elektrizität besorgt.

Der Quotient $\frac{m}{e}$ aus der Atommasse m eines Elementes und der elektrischen Ladung e, mit der das Atom behaftet ist, wenn es als Ion wirkt, bedeutet die auf die Einheit der elektrischen Ladung entfallende Ionenmasse und heißt das elektrochemische Äquivalent des Elementes. Wasserstoff ist das leichteste aller Elemente und somit m_H kleiner als die Atommasse irgend eines anderen Elementes. Aber nicht allein m_H ist ein Minimum aller Werte von m, auch $\frac{m_H}{\varepsilon}$ ist kleiner als das $\frac{m}{e}$ für irgend ein anderes Element. Mit anderen Worten bei keinem einzigen Ion ist die elektrische Ladung an eine so kleine träge Masse gebunden, wie beim Wasserstoffion. Nun hat sich ergeben, daß

$$\frac{m_k}{e_k} = \text{ungefähr}\ \frac{1}{1800}\ \frac{m_H}{\varepsilon} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3),$$

also kleiner als der kleinste der bis dahin bekanntgewordenen Werte von $\frac{m}{e}$ ist. Damit war die überraschende Tatsache aufgedeckt, daß es elektrisch geladene Korpuskel gibt, die, auf die Masseneinheit bezogen, vielemal, und zwar 1800mal stärker elektrisch geladen sind als das Wasserstoffion oder, auf die gleiche elektrische Ladung bezogen, 1800mal weniger träg, das heißt 1800mal beweglicher sind als Wasserstoffionen. Leider gab es kein Mittel, um m_k und e_k für sich allein zu ermitteln. Daher konnte es nicht ohne weiteres entschieden werden, ob die abnorme Kleinheit von $\frac{m_k}{e_k}$ dadurch bedingt ist, daß m_k im Vergleich zum Wasserstoffatom winzig klein ist, oder aber daß die Ladung e_k des Kathodenstrahlenteilchens ein großes Vielfache von ε beträgt. Da gelang es J. J. Thomson die Verwandtschaft der Kathodenstrahlen mit Phänomenen scheinbar ganz anderer Art aufzudecken, die sich bei näherer Prüfung auch als Strömungen von negativ elektrischen Korpuskeln entpuppten und für die sich die gleichen Werte von $\frac{m_k}{e_k}$ wie für die Kathodenstrahlenteilchen ergaben, die jedoch im Gegensatz zu den Kathodenstrahlen der Messung von e_k zugänglich waren. Eine Erscheinung solcher Art ist der photoelektrische Effekt. Dieser besteht darin, daß sich von der Oberfläche einer mit ultravioletten Strahlen bestrahlten Metallplatte unter dem Einflusse dieser Bestrahlung negativ elektrische Korpuskel loslösen und von ihr fortwandern, wenn man ihr einen Leiter höheren Potentiales gegenüberstellt. J. J. Thomson fand, daß die elektrische Ladung einer solchen Korpuskel derjenigen eines Wasserstoffions gleichkommt. In Anbetracht der Gleichheit der Werte von $\frac{m}{e}$ jener Korpuskel und der Kathodenstrahlenteilchen war es gerechtfertigt, beide für gleichartig anzusehen. So nahm J. J. Thomson an, daß auch die elektrische Ladung e_k eines Kathodenstrahlenteilchens $= \varepsilon$ ist. Dann aber folgte aus 3), daß

$$m_k = \text{zirka}\ \frac{1}{1800}\ m_H \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

ist. Damit war man zu einem überraschenden Ergebnis gelangt, das um so mehr Beachtung verdiente, als es mit der Atomtheorie von vornherein nicht vereinbar war. Sagt ja doch jene Beziehung aus, daß die Masse eines Kathodenstrahlenteilchens annähernd 2000mal kleiner als die kleinste im Haushalte der Natur vorkommende Stoffmenge ist. In Anbetracht dieses Ergebnisses mußte man entweder annehmen, daß die Teilchen, die man für Atome, das heißt, für unteilbar gehalten hat, sich doch noch weiter unterteilen lassen, oder — indem man auf dem Boden der alten Atomtheorie verblieb — schließen, daß jene Korpuskel gar kein wägbarer Stoff, sondern etwas anderes, neuartiges sind.

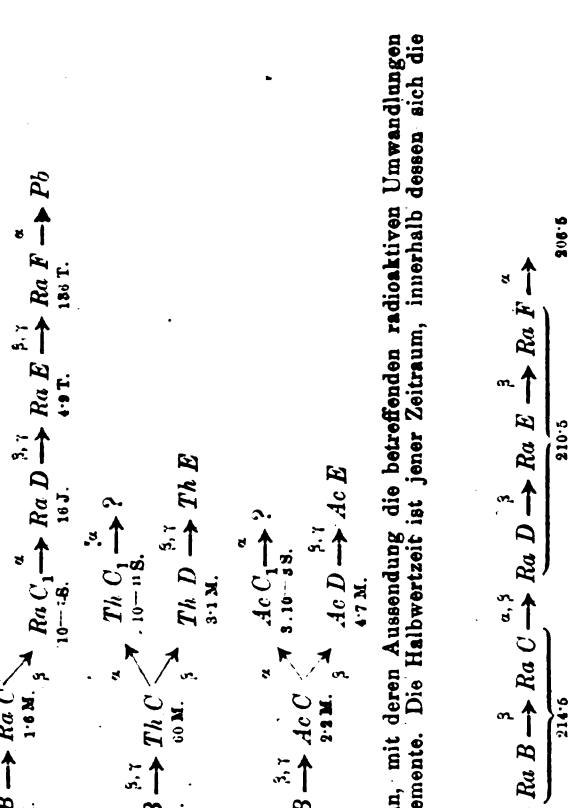
Sollten die Korpuskel im Sinne der ersten Hypothese wägbare Materie sein, so konnten sie nur Bruchstücke von irgend einem in der Vakuumröhre vorhandenen Stoff, etwa Bruchteile des Kathodenmateriales oder der in der Röhre enthaltenen Gasreste sein. Doch J. J. Thomson wies nach, daß der Quotient $\frac{m_k}{e_k}$ von der Art der in der Röhre enthaltenen Gasreste und dem Elektrodenmaterial unabhängig ist. So mußte die Annahme, daß die Korpuskel Bruchteile von einer Materie irgend einer bekannten Art sind, ausscheiden. J. J. Thomson zog den Schluß, daß die Korpuskel reine, von jeglicher Materie losgelöste Elektrizität, nichts anderes als Elektronen und die Kathodenstrahlen ein Schwarm fliegender negativer Elektronen, ein Elektronenstrom, sind.

So haben die lediglich in den Jahren 1897 und 1898 angestellten Untersuchungen über die Kathodenstrahlen die neue und epochemachende Erkenntnis gezeitigt, daß Elektrizität durchaus nicht immer an Materie gekettet zu sein braucht, sondern auch von ihr losgelöst werden und als ein selbständiges Etwas in die Erscheinung treten kann. Ferner haben sie einen weiteren Beweis für die atomistische Beschaffenheit der Elektrizität geliefert und gezeigt, daß das Elektrizitätsatom nichts anderes als das Elektron ist. Schließlich ging aus jenen grundlegenden Untersuchungen auch noch die Tatsache hervor, daß das Elektron durchaus nicht trägheitslos ist, sondern vielmehr eine endliche Masse, und zwar eine solche von der Größenordnung von 10^{-28} g, hat.

Von diesen Ergebnissen ist wohl das wichtigste die Erkenntnis, daß die Elektrizität von der Materie abtrennbar ist und als ein selbständiges Etwas bestehen kann. Denn die Loslösbarkeit des Elektrons von der Materie weist bereits darauf hin, daß es einen Bestandteil der Materie, einen Baustein des Atomes bilden muß. Noch überzeugender ging dies aus dem Studium der interessanten Klasse von Stoffen hervor, die man als radioaktive Stoffe bezeichnet. Deren Erforschung setzte gerade in der Zeit ein, in der die im obigen gestreiften Untersuchungen über

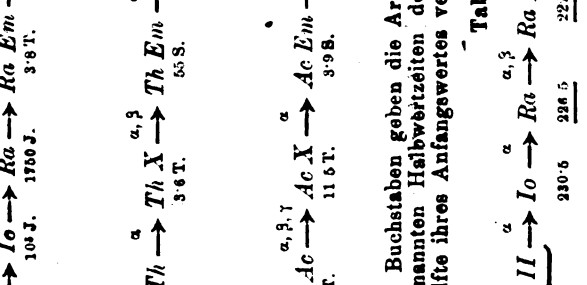
Digitized by Google

Tabelle II.



Die oberhalb der Pfeile stehenden griechischen Buchstaben geben die Arten der Strahlen an, mit deren Aussendung die betreffenden radioaktiven Umwandlungen verknüpft sind. Die verzeichneten Zeiten sind die sogenannten Halbwertzeiten der radioaktiven Elemente. Die Halbwertzeit ist jener Zeitraum, innerhalb dessen sich die Strahlungsintensität der radioaktiven Substanz auf die Hälfte ihres Anfangswertes verringert.

Tabelle III.



Kathodenstrahlen und diesen verwandte Erscheinungen zum Abschluß kamen.

Im Februar 1896, wenige Monate nach der Veröffentlichung W. C. Röntgens über die von ihm entdeckten X-Strahlen, machte H. Becquerel die Entdeckung, daß die Uransalze und, wie er später feststellte, auch metallisches Uran unsichtbare Strahlen aussenden, die ähnlich wie Röntgenstrahlen wirken. Er fand, daß diese Strahlen feste und undurchsichtige Stoffe zu durchdringen vermögen, Gase, die sie durchsetzen, elektrisch leitend machen, elektrisch geladene Körper, die sie treffen, entladen, in bestimmten Stoffen Fluoreszenz erregen und auf die photographische Platte wie Licht einwirken. Diese Entdeckung, die nicht weniger Staunen erregt hat als diejenige Röntgens, gab zu einer systematischen Durchprüfung sämtlicher Elemente auf Strahlungsfähigkeit Veranlassung. Die Forschungen führten zum Ergebnis, daß von den bis dahin bekannten Elementen bloß das Thorium, das dem Uran an Atomgewicht nur wenig nachsteht, die gleiche Eigenschaft in ausgeprägtem Maße besitzt. Eine besondere Aufmerksamkeit zogen aber die Uranmineralien, insbesondere die Joachimstaler Pechblende auf sich, deren auffallend starke Strahlungsfähigkeit Frau S. Curie vermuten ließ, daß die Pechblende besondere Stoffe enormen Strahlungsvermögens enthalten müsse. Ihre in Gemeinschaft mit P. Curie, Bémont und Debierne angestellten, langwierigen Untersuchungen führten zur Entdeckung der aus der Pechblende mühevoll gewonnenen drei neuen Elemente: des Radium, Polonium und Aktinium.

Bereits bei der Untersuchung des Poloniums fiel es auf, daß seine Strahlungsfähigkeit nicht konstant ist, sondern allmählich, und zwar innerhalb 136 Tage auf die Hälfte abnimmt. Da stellte es sich weiter heraus, daß manche von den im Laufe der Zeit entdeckten radioaktiven Stoffen ihre Strahlungsfähigkeit sogar innerhalb weniger Tage, andere binnen wenigen Stunden, Minuten, Sekunden oder gar Bruchteilen von Sekunden einbüßen und dabei in Stoffe anderer chemischer Eigenschaften übergehen. Aus diesen Erfahrungen heraus gelangten E. Rutherford und F. Soddy bereits im Jahre 1902 zur Erkenntnis, daß die radioaktiven Elemente instabile, in einer chemischen Umwandlung begriffene Elemente sind, deren Atome explosionsartig unter Aussendung von Strahlen zerfallen. So bildet das Uran, dessen Zerfall sich so langsam vollzieht, daß dazu viele Milliarden Jahre erforderlich sind, den Ausgangspunkt einer ganzen Reihe von radioaktiven Elementen, deren jedes allmählich in das nächstfolgende übergeht (Tabelle II). Hieher gehören unter anderem das ebenfalls nur langsam zerfallende Ionium, das Radium, das das Zerfallprodukt des Ioniums darstellt, die ganze Radiumfamilie und das Polonium, das in der Tabelle II unter der Bezeichnung Ra F enthalten ist. Das Zerfallsprodukt des Ra F ist aller Wahrscheinlichkeit nach das unseren bisherigen Erfahrungen nach stabile Blei, das somit das unwandelbare Endprodukt des Uran und dieser ganzen Reihe von radioaktiven Stoffen darstellt. Ähnlich ist das Thorium ein in außerordentlich langsamer Umwandlung begriffenes Element. Es bildet den Kopf der Thoriumfamilie, deren bekanntestes Glied das aus der Umwandlung des Thorium unmittelbar hervorgehende Mesothorium ist. Es spricht vieles dafür, daß das Endprodukt dieser Umwandlungen wie auch dasjenige der Aktiniumreihe ebenfalls das Blei ist.

Da die von radioaktiven Stoffen ausgesandten Strahlen eine Begleiterscheinung des Atomzerfalles sind, so mußte

Digitized by Google

hr Studium eine Aufklärung über den Atombau dieser Stoffe bringen.

Zur Feststellung ihrer Natur hat man, ähnlich wie bei der Erforschung der Kathodenstrahlen, ihre Beeinflussung durch magnetische Kräfte untersucht. Auf diesem Wege gelang es, die Strahlung radioaktiver Stoffe in drei Teilstrahlungen aufzulösen. Diese werden nach dem Vorschlage Rutherfords als α-, β- und γ-Strahlen bezeichnet. P. Curie gelang (1900) bloß die Abspaltung der durch Magnetfelder stark beeinflußbaren β-Strahlen. Erst später (1903) glückte es Rutherford und Becquerel, das scheinbar nicht ablenkbare restliche Strahlenbündel in die im Vergleich zu den β-Strahlen nur schwach und im entgegengesetzten Sinn abgelenkten α-Strahlen und in die durch magnetische Felder nicht beeinflußbaren γ-Strahlen zu teilen. Die Abb. 2 veranschaulicht die Spaltung der von einem Radiumpräparat R ausgesandten Strahlung in die drei Strahlungsarten in einer nach P. Curie gewählten schematischen Darstellung, die zur Voraussetzung hat, daß die Strahlung unter der Einwirkung eines zur Zeichnungsebene senkrechten Magnetfeldes steht. Doch dieses Bild darf nicht zur Annahme verleiten, daß sich die Strahlungen aller radioaktiver Stoffe aus allen drei Strahlenarten zusammensetzen. Die meisten radioaktiven Elemente senden bloß 1 oder 2 von den drei Strahlengattungen aus. Man unterscheidet sogenannte α- und β-Umwandlungen, das heißt, radioaktive Stoffe, deren Umwandlung mit der Aussendung von α-Strahlen verknüpft ist, und solche, deren zerfallende Atome β-Strahlen, jedoch keine α-Strahlen aussenden.

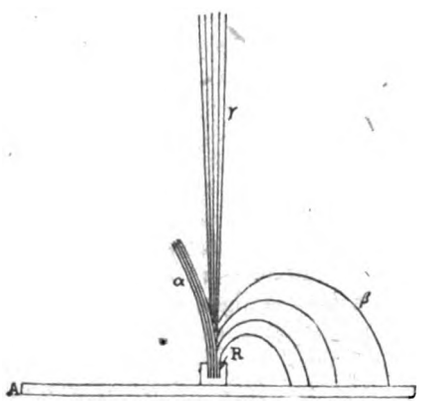


Abb. 2.

Bereits der Sinn der Ablenkung, die die β-Strahlen im Magnetfelde erfahren, ließ es erkennen, daß sie aus negativ elektrisch geladenen Korpuskeln bestehen und vermuten, daß sie ihrem Wesen nach den Kathodenstrahlenteilchen ähnlich oder gar wesensgleich sind. In der Tat konnte W. Kaufmann (1902), der die von einem in Vakuum befindlichen Radiumpräparat ausgegesandte β-Strahlung untersuchte, feststellen, daß sowohl der Wert von $\frac{m_\beta}{e_\beta}$ der β-Strahlenteilchen, wie auch deren Fluggeschwindigkeit v von der gleichen Größenordnung wie die für Kathodenstrahlenteilchen gefundenen Werte dieser beiden Größen sind. Bloß zeigte es sich, daß die Geschwindigkeiten der β-Strahlenteilchen die an Kathodenstrahlenteilchen gemessenen Endgeschwindigkeiten übertreffen. Es ließen sich Geschwindigkeiten feststellen, deren oberer Grenzwert 95% der Lichtgeschwindigkeit beträgt, diese also nahezu erreichen. Dieses Ergebnis ließ keinen Zweifel darüber aufkommen, daß die β-Strahlenteilchen den Kathodenstrahlenteilchen wesensgleich, also ebenfalls negative Elektronen sind.

Kaufmann machte noch die Beobachtung, daß die von einem radioaktiven Stoff ausgesandte β-Strahlung ein Gemisch von β-Teilchen verschiedener Fluggeschwindigkeiten darstellt. Weiter stellte er fest, das $\frac{m_\beta}{e_\beta}$ durchaus nicht konstant ist, sondern mit der Fluggeschwindigkeit gesetzmäßig zunimmt. Da $e_\beta = \varepsilon$ und somit konstant ist, mußte gefolgert werden, daß die Masse des Elektrons eine Funktion von v ist. Dies muß sie aber auch im Sinne der Einsteinschen Relativitätstheorie sein, gemäß der jede Masse m mit der Geschwindigkeit v ihrer Fortbewegung nach dem Gesetze

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \ldots\ldots 5)$$

veränderlich ist.

Hierin bedeutet m_0 die Ruhemasse, nämlich jenen Wert von m, der für im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit c unendlich kleine Geschwindigkeiten gilt. Aus den Ergebnissen der Messungen, die an den relativ langsam fliegenden Kathodenstrahlenteilchen $\left(v = \frac{1}{10}\,c \text{ bis } \frac{4}{10}\,c\right)$ angestellt worden sind, konnte die Veränderlichkeit von m nicht erkannt werden. Sie trat erst beim Studium der β-Teilchen zu Tage, deren Geschwindigkeiten so groß sind, daß $\left(\frac{v}{c}\right)^2$ gegenüber 1 nicht vernachlässigt werden kann.

Diese Forschungen haben einen neuen Beweis dafür erbracht, daß Elektrizität ein Stoff ist, der, wenn er auch unwägbar sein mag, so doch Masse, das heißt Trägheit besitzt. Es konnte aus ihren Ergebnissen noch eine weitere Folgerung gezogen werden. Zweifellos mußten die aus dem in Umwandlung begriffenen Stoff ausgeschleuderten Teilchen den Atomen dieses Stoffes als Bestandteile angehört haben. Es mußte also angenommen werden, daß Elektronen am Atomaufbau der radioaktiven Elemente als Bauelemente beteiligt sind.

2. Positive Korpuskularstrahlung (Kanal- und α-Strahlen).

Mit dem Nachweis der Natur der Kathodenstrahlen- und β-Strahlenteilchen war die Existenz von Materie losgelöster negativer Elektrizitätsteilchen dargetan. Man war begreiflicherweise darauf erpicht, auch die positive Elektrizität von der Materie zu trennen und die Existenz selbständiger positiver Elektronen festzustellen. Der nächstliegende Weg war der, in Vakuumröhren nach dem Vorhandensein von den Kathodenstrahlen ähnlichen positiven Korpuskularstrahlen zu forschen. Solche festzustellen, gelang E. Goldstein im Jahre 1881. Er bediente sich bei seinen Versuchen einer Vakuumröhre, die mit einer siebartig durchlöcherten Kathode und einer hinter dieser befindlichen Kammer ausgestattet war. Er wies die Existenz von Strahlen in dieser Kammer nach, die, wie spätere Versuche ergaben, aus dem Raume zwischen Anode und Kathode kommen, die in der Kathode vorgeschenen Löcher durchsetzen, dann den hinter der Kathode befindlichen Raum durchwandern und in der Glaswandung der Röhre, von der sie aufgefangen werden, Fluoreszenz erregen. Wie W. Wien zeigte, werden diese Strahlen, die Goldstein Kanalstrahlen nannte, sowohl durch magnetische wie elektrische Kräfte in solchem Sinne abgelenkt, wie dies der anderweitig festgestellte positive Charakter dieser Korpuskularstrahlung erfordert. Auch hat Wien das $\frac{m}{e}$ dieser Strahlen ermittelt. Entsprechend der außerordentlich schwachen Ablenkbarkeit dieser Strahlen erhielt er für $\frac{m}{e}$ Werte, die erkennen ließen, daß die Masse einer solchen

Digitized by Google

Korpuskel derjenigen eines Wasserstoff- oder Sauerstoffatomes gleichkommt, mit anderen Worten, daß diese Korpuskel elektrisch geladene Atome, also positive Ionen sind. Solche positive Ionen sind in jeder Vakuumröhre, durch die Elektrizität hindurchgeleitet wird, vorhanden. Sie sind es, die die Stoßionisierung in der Vakuumröhre einleiten und aufrechterhalten. Denn sie sind es, die aus der Kathode, auf die sie mit großer Wucht auftreffen, und aus den neutralen Gasatomen, mit denen sie unterwegs zusammenprallen, Elektronen herausschlagen, jene Elektronen, die von der Kathode weg und aus dem vor ihr liegenden Raumgebiete heraus durch das in der Vakuumröhre bestehende elektrische Feld in Form von Kathodenstrahlen fortgeführt werden.

Ebenso wie sich die von radioaktiven Stoffen ausgesandten negativen β-Strahlen den Kathodenstrahlen analog erwiesen haben, so ergab sich, daß die α-Strahlen ihrer Natur nach den Kanalstrahlen gleich sind. Die Ablenkbarkeit der α-Strahlen durch magnetische Kräfte war vor allem ein Beweis dafür, daß sie eine Korpuskularstrahlung sind. Der Umstand, daß sie im entgegengesetzten Sinne abgelenkt werden, wie die β-Strahlen, zeigte, daß sie aus positiv geladenen Korpuskeln bestehen. Ihre im Vergleich zu den β-Strahlen geringe Ablenkbarkeit durch magnetische Kräfte ließ weiter erkennen, daß die α-Teilchen im Vergleich zu den β-Teilchen sehr träge sind, während ihr geringes Durchdringungsvermögen für feste Stoffe und ihre bloß einige Zentimeter betragende Reichweite in Gasen vermuten ließen, daß sie aus der strahlenden Substanz mit einer kleinen Geschwindigkeit ausgesandt werden. So ging aus Rutherfords und Hahns Messungen hervor, daß ihre Anfangsgeschwindigkeit, das heißt diejenige Geschwindigkeit, mit der sie ihre Quelle verlassen bloß 20 000 km/s und $\frac{m_\alpha}{e_\alpha}$ ungefähr das Doppelte vom elektrochemischen Äquivalent des Wasserstoffes beträgt. Aus dem Werte von $\frac{m_\alpha}{e_\alpha}$ konnte auch auf die Art der Korpuskel geschlossen werden. Vergleicht man ihn mit den elektrochemischen Äquivalenten der leichtesten Elemente — es kommen bloß die der leichtesten Elemente in Betracht — so folgt, daß die Gleichung

$$\frac{m_\alpha}{e_\alpha} = 2\,\frac{m_H}{\varepsilon} \quad \ldots\ldots\ 6)$$

zwei Lösungen zuläßt. Entweder ist

$$m = 2\,m_H \text{ und } e = \varepsilon,$$

das heißt, das α-Teilchen stellt ein mit einem Elementarquantum geladenes Wasserstoffmolekül dar, oder es muß

$$m = 4\,m_H \text{ und } e = 2\,\varepsilon$$

sein. Ein Atom, dessen Masse das Vierfache von m_H beträgt, gibt es. Es ist dies das Heliumatom. Somit besteht die zweite Möglichkeit, daß das α-Teilchen ein mit zwei Elementarquanten geladenes Heliumatom ist.

Durch Zählung der von einem Radiumpräparat sekundlich ausgesandten α-Teilchen und durch Messung ihrer gesamten elektrischen Ladung konnte einwandfrei nachgewiesen werden, daß $e_\alpha = 2\,\varepsilon$ ist. Da man weiter die Anwesenheit von Helium in allen radioaktiven Stoffen festgestellt hat, so hat man geschlossen, daß die α-Teilchen nichts anderes als positiv elektrisch geladene Heliumatome sind. Es wurde hiefür auch ein direkter experimenteller Beweis erbracht. Das gelang Rutherford und Royds, die die aus Radiumemanation austretenden α-Teilchen in ein Spektralrohr hineinpreßten und bei der spektroskopischen Untersuchung dessen Inhaltes die gelbe He-Linie erhielten.

Sind die α-Strahlenteilchen Heliumatome, so muß das Produkt einer mit der Aussendung von α-Strahlen verbundenen radioaktiven Umwandlung ein um das Atomgewicht des Heliums, also ein um vier Einheiten kleineres Atomgewicht haben als die Muttersubstanz. Die Tabelle III, die das Umwandlungsschema für die Uran-Radiumreihe zeigt, enthält die aus dem bekannten Atomgewicht des Uran unter dieser Annahme berechneten Atomgewichte der Derivate, wobei vorausgesetzt ist, daß eine β-Umwandlung ohne Atomgewichtsveränderung der sich umwandelnden Substanz vor sich geht. Für die in der Tabelle durch Unterstreichung der Zahlen gekennzeichneten Substanzen liegen Atomgewichtsbestimmungen vor. Die gemessenen Werte der Atomgewichte von Radium und Radiumemanation stimmen in der Tat genau mit den errechneten Werten überein.

So haben sich die positiven α-Teilchen ebenso wie die Teilchen der in Vakuumröhren auftretenden positiven Korpuskularstrahlen als positiv elektrisch geladene Teilchen ponderabler Materie erwiesen. Es ist bis zum heutigen Tage nicht gelungen, die Existenz von solchen positiv elektrischen Korpuskeln nachzuweisen, die eine ebenso oder nahezu so kleine Masse besäßen, wie die β-Strahlenteilchen.

Die Forschungen über Korpuskularstrahlen haben somit die Erkenntnis gebracht, daß die negative Elektrizität von der Materie loslösbar ist und negative Elektronen als selbständige Individuen in die Erscheinung treten können, hingegen die positive Elektrizität von der Materie nicht losgetrennt werden kann.

(Schluß folgt).

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Der Torf und seine Verwendung als Brennstoff. Ing. K. Birchler, Zürich. Die bisherigen Fortschritte in der Verwendung des Torfes als Brennstoff sind gering. Die Hauptschwierigkeit, die der Ausnutzung des Torfes entgegensteht, liegt in der großen Menge des Torfes im Verhältnis zu seinem thermischen Wirkungsgrad. Hiezu kommt noch sein hoher Wassergehalt und die Schwierigkeiten der Trocknung. Bei sachgemäßer Behandlung ist der Torf wohl geeignet, mit den meisten der gebräuchlichen Brennstoffe in Konkurrenz zu treten. Bearbeitet man den Rohtorf in Maschinen, die die Masse kräftig kneten, zerreißen und innig durcheinandermischen, so schrumpft derselbe beim Trocknen ganz von selbst auf ein Viertel bis ein Fünftel des anfänglichen Raummaßes zusammen, und zwar zu einem dichten festen Körper, dem sogenannten Maschinentorf (Preßtorf), der nicht abfärbt, nicht bröckelt und einen glatten, wachsigen Durchschnitt zeigt. Der Heizwert des Torfes nimmt mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt ab. Es muß daher der Wassergehalt ohne große Kosten tunlichst herabgemindert werden, was beim Maschinentorf viel sicherer als beim Rohtorf erzielt wird. Nach Hausding beträgt der normale Wassergehalt eines guten Maschinentorfes etwa 15%. Handelsüblicher, trockener Maschinentorf hat während der Sommermonate 17 bis 25%, während der Wintermonate 25 bis 30% Wassergehalt. A. Wihtol hat durch Versuche festgestellt, daß im Torf das Gleichgewicht zwischen Wasser und Luft von der Temperatur abhängig ist. Brenntorf muß mindestens einen Heizwert von 2000 WE besitzen; bis 2800 WE ist der Torf als Brennstoff minderwertig, von 2800 bis 3500 WE mittelmäßig und darüber hinaus gut. 1 kg Stichtorf verdampft 2·8 bis 4 kg Wasser, 1 kg Maschinentorf dagegen 4·5 bis 5 kg. Da der Heizwert eines guten, lufttrockenen Torfes $^1/_3$ bis $^2/_3$ von jenem der Steinkohle beträgt und gleich hoch ist wie jener der Braunkohle, so darf der Preis des Maschinentorfes bezogen auf das gleiche Gewicht, 50 bis 65% jenes der Steinkohle betragen und gleich hoch wie jener der Braunkohle sein. Das Heizverhältnis zwischen Torf und einer besseren Steinkohle, bezogen auf das gleiche Raummaß, ist 1 : 5 bei Stichtorf und 1 : 2·3 bei Maschinentorf. Im Dampf-

Digitized by Google

kesselbetriebe wird Torf fast ausnahmslos in Treppenrostvorfeuerungen verfeuert. Bei vergleichenden Versuchen zwischen Torf und Kohle, die im Jahre 1913 vom „Schweizerischen Verein von Dampfkessel-Besitzern" in zwei Einflammrohrkesseln mit je 15 m² Heizfläche und 0·54 m² Rostfläche angestellt wurden, wurde Stichtorf mit einem Heizwert von 3072 WE, 33·4 Feuchtigkeitsgehalt und 4·9% Asche verwendet. 1 kg Brennmaterial verdampfte 2·84 kg Wasser. Der Dampfpreis stellte sich für 10 000 kg Dampf auf Fr. 42·29, wenn 10 000 kg Stichtorf Fr. 140 kosteten, bei einem Nutzeffekt des Kessels von 59%. Saarkohlen in derselben Anlage verfeuert, verdampften bei einem Heizwert von 6040 WE pro kg Brennmaterial 6·42 kg Wasser und es kosteten 10 000 kg Dampf Fr. 53·76 bei einem Nutzeffekt von 68·8%. Nach A. H. W. Hellemans in Groningen wurde mit holländischem Torf in einer modernen, gut ausgerüsteten Kesselanlage mit Ekonomiser und Überhitzer eine 4·4 fache Verdampfung entsprechend einem Wirkungsgrad von etwa 80% erreicht. Die Rostbelastung war dabei 63·5 kg und die Heizflächenleistung etwas über 10 kg. Nach Direktor M. Arland-Berlin, der über Versuche, die im Auftrage des „Vereines zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche" durchgeführt wurden, berichtete, wurde mit Stichtorf von 3856 WE in einem Flammrohrkessel mit Innenfeuerung eine Verdampfungsfähigkeit von 3·65 bei einem Wirkungsgrad des Kessels von 60·5% erzielt. 1000 kg Dampf stellten sich hiebei auf Fr. 16·40. Mit Maschinentorf von 3738 WE betrugen die Dampfkosten in demselben Kessel Fr. 14·60 bei einem Wirkungsgrad des Kessels von 70·25% und einer Verdampfungsfähigkeit von 4·11 kg. Torf als Beimengung zu Steinkohlen in Dampfkesselfeuerungen hat sich in sehr vielen Fällen auch ohne wesentliche Änderung der bestehenden Feuerungsanlage gut bewährt. Als besondere Vorteile dieser Mischfeuerungen werden hervorgehoben: Verhinderung der Verschlackung des Rostes bei gewissen Steinkohlensorten und eine größere Schonung der Dampfkessel, da sich die infolge Beimischung von Torf zu Steinkohlen erzeugte längere Flamme mehr über den Kessel verteilt als bei einer Steinkohlen- oder Koksfeuerung. Um den Maschinentorf zur Verwendung als Brennmaterial geeigneter zu machen, hat man sich bestrebt, die Heizkraft im Vergleiche zu seinem Rauminhalt zu vergrößern. Zu diesem Zwecke baute man in neuerer Zeit Torfverkokungsöfen, in denen der Maschinentorf erhitzt und verkokt wird. Man erhält ein dem Steinkohlenkoks ähnliches Material, die Torfkohle. Als Nebenprodukte werden gewonnen: Dieselmotoröl, Paraffin, Ammonsulfat, Methylalkohol und Asphalt.

(Schweizer. Bauzeitung, 6. 4. 1918.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Doppelzwillingsturbinen. Dipl. Ing. Gg. v. Troeltsch. Bei niedrigen Gefällen und großen Wassermengen wird im neuzeitlichen Turbinenbau häufig eine Verteilung der Wassermenge auf mehrere auf einer Welle angeordnete Laufräder vorgenommen, um die für die Gesamtanlage vorteilhafteste Größe und Schnelligkeit der einzelnen Maschinensätze zu erzielen. Besonders gut und weit läßt sich dieser Weg dann beschreiten, wenn die örtlichen Verhältnisse, namentlich mäßiger Hochwasserstand im Unterwasserkanal, die Wahl liegender Wellen gestatten, und schon zahlreiche Turbinen wurden mit drei und vier, ja auch mit sechs Laufrädern ausgeführt. Dabei werden gewöhnlich je zwei Laufräder durch einen gemeinsamen Saugkessel (Doppelsaugkrümmer) zu einer Zwillingsturbine zusammengefaßt, so daß die am häufigsten angewendete Turbine mit vier Laufrädern sich als Doppelzwillingsturbine bezeichnen läßt. Der Einbau der Turbine in den offenen Wasserschacht wird wesentlich durch die Lagerung der langen Welle beeinflußt. Das an der Abtriebsseite liegende Lager, in dem die Welle die größte Stärke hat, ist gewöhnlich vom Maschinenraum aus zugänglich. Das Lager am anderen Ende, der dünnsten Stelle der Welle, wird bei nicht zu schweren Laufrädern und mäßigen Umlaufzahlen als geschlossenes im Betrieb unzugängliches Lager ausgeführt, welchem der Schmierstoff durch Rohre zugeführt wird. Bei größeren Anlagen werden diese Lager durch im Betonmauerwerk ausgesparte, von oben zugängliche Bedienungsschächte geschmiert. Die Stadt München hat zwei Wasserkraftwerke mit Doppelzwillingsturbinen, und zwar: das Uppenbornwerk bei Moosburg an der Isar mit drei Turbinen von je 1887 PS und 150 U. p. min bei 7·9 m Gefälle und das im Süden der Stadt liegende Werk mit drei Turbinen von je 1250 PS bei 5·57 m Gefälle und gleicher Drehzahl. In beiden Werken sind die Endlager der Turbinen in Betonkammern unter den Einlaßschützen, die Mittellager dagegen in niedrigen von einem Bedienungsgang durchzogenen betonierten Querschwellen untergebracht. Die Quergänge können durch Längsstollen in den Mauern zwischen den Turbinenkammern vom Maschinenraum aus erreicht werden. Das größte deutsche Elektrizitätswerk mit niedrigem Gefälle, die Anlage Wyhlen bei Basel*) der Kraftübertragungswerke Rheinfelden, hat zehn Vierfachturbinen von je 3000 PS Höchstleistung bei 3 m Gefälle und 107 U. p. min, die von J. M. Voith gebaut wurden. Die in den Turbinenkammern liegenden Lager sind untergebracht in gußeisernen von unten zugänglichen Hauben von grundsätzlich gleicher Bauart wie bei den von der gleichen Firma gelieferten Turbinen für die Ottawa and Hull Power and Manufacturing Company Ltd. in Ottawa, Kanada. Während jede der Turbinen der Münchener Werke rund 22 m³/s Wasser verarbeitet, beträgt die sekundliche Wassermenge für die Wyhlener Turbinen je 40 m³, die der Ottawa-Turbinen je 75 bis 80 m³. Die Leistung der letzteren Turbinen beträgt bei 9·76 m Gefälle und 120 U. p. min 7600 PS und kann bei einem höchsten Gefälle von 11·6 m bis auf rund 10 000 PS gesteigert werden. Die Stahlwellen dieser Turbinen haben eine Länge von je 16·73 m und bestehen aus drei mittels Flanschen gekuppelten Teilen. Zwischen die Flanschen sind zur Übertragung des Drehmomentes Querkeile aus Bronze eingepaßt. Gleichfalls mit Keilen versehene Zwischenwellen von 4·575 m Länge stellen die Verbindung mit der Welle des Stromerzeugers her. Das stärkste Hauptlager hat 400 mm Durchmesser und befindet sich in der Nische der Trennmauer zwischen Turbinenkammer und Dynamoraum. Das Kammlager in der Mitte nimmt den allenfalls auftretenden Wellenschub auf. Das Lager am Ende der Turbinenwelle stützt sich auf die innere Stirnwand der Bedienungshaube. Die Bedienungsräume sind durch Einsteigschächte und Stollen im Grundmauerwerk jederzeit zugänglich. Zu beiden Seiten der Turbine befinden sich die durch Kuppelstangen miteinander verbundenen Regelwellen, von welchen die vier Regelringe bei Belastungsänderungen durch Hebel und Lenkstangen um einen gewissen Winkel gedreht werden. Die vier Leiträder tragen die auf den Leitschaufelbolzen drehbaren hohlgegossenen Leitschaufeln, deren jede durch einen kurzen Bronzelenker mit dem Regelring aus Stahlguß verbunden ist. Die Leiträder können im Bedarfsfalle mit Dampf geheizt werden, um das Ansetzen von Eis in den Turbinen zu verhindern und die Schaufeln jederzeit beweglich zu halten. Zu diesem Zweck wird durch Rohrleitungen Dampf in den zwischen Leitrad-Regel- und Führungsring gebildeten Hohlraum eingeleitet. Durch Bohrungen gelangt der Heizdampf an die Leitschaufellenker sowie in die durchbohrten Leitschaufelbolzen und von diesen in den an den Stirnwänden offenen Hohlraum der Schaufeln selbst. Die Laufräder haben 2·4 m größten Durchmesser und bestehen aus Stahlguß mit eingegossenen Stahlblechschaufeln; sie sind durch besondere, auf der Welle aufgeklemmte Nabenringe abgestützt, die gleichzeitig für die Wasserführung eine kegelförmige Fortsetzung des Laufradbodens bilden. Die Einsteigkessel und auch die Doppelsaugkrümmer sind in der wagrechten Mittelebene (zum Teil auch in der Senkrechten) geteilt, so daß die Oberteile abgenommen werden können, wonach schon die Austrittskanten sämtlicher Laufräder offen liegen. Der Kammzapfen befindet sich auf der kurzen Zwischenwelle im Kessel zwischen den beiden Zwillingsturbinen. Um die Geschwindigkeitsregelung für die kürzeste Schlußzeit sicher zu stellen, wurden die Regler für eine größte Regelarbeit von 11 000 m/kg gebaut; unter gewöhnlichen Verhältnissen ermäßigt sich jedoch die zur Regelung der Turbine benötigte Arbeit auf etwa 7500 m/kg. Das Fliehkraftpendel samt Rückführung und Vorrichtung zum Einstellen und Verstellen der Drehzahl ist auf die Geradführung am Arbeitszylinder aufgesetzt. Der eingeschliffene Arbeitskolben hat 475 mm Durchmesser und bewegt mittels Kolbenstange, Kreuzkopf und Schubstange den Regelhebel, der unmittelbar auf der Regelwelle sitzt und mit dem Hebel der Welle auf der anderen Turbinenseite durch eine Kuppelstange verbunden ist. Dort sitzt auch die ventillose Zahnradpumpe für die Beschaffung des Drucköles, welche 225 U. p. min macht und mit einem vom Windkesseldruck abhängigen selbsttätigen Druckauslöseventil versehen ist, wodurch der Kraftverbrauch und die Erwärmung des Öles aufs äußerste verringert werden. Die ganze Turbinenbestellung der Ottawa and Hull Power and Manufacturing Co. ergab fast 400 000 kg Schiffsladung.

(Z. d. V. d. Ing., H. 16, 20. 4. 1918.)

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 961.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Theorie des Audions*). Marius Latour. Die Hauptbestandteile des Audions sind die Anode, das Gitter und ein Brennerfaden, der durch den von einer Batterie p (Abb. 1) gelieferten Strom erhitzt wird. Der negative Pol des Fadens wird über einen Widerstand R (Empfänger) und eine Batterie P mit der Anode verbunden (Anodenkreis). Die zu verstärkende Stromquelle wird entweder unmittelbar oder durch einen Umformer einerseits mit demselben Pol des Fadens, andererseits über eine Hilfsbatterie mit dem Gitter verbunden (Gitterkreis). Werden zwei Stromkreise in der angedeuteten Weise an das Audion angeschlossen, so stellt dasselbe eine Art innerer Kopplung zwischen den beiden Kreisen her, das heißt diese

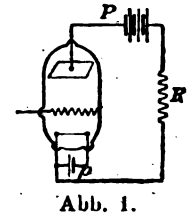


Abb. 1.

*) Vgl. Heft 35 d. J., Seite 397.

Digitized by Google

beiden wirken wechselseitig aufeinander ein. Bezeichnet v das Potential des Gitters, V das Potential der Anode gegenüber dem negativen Pol des Fadens, i den Gitterstrom, I den Anodenstrom, so ist i eine Funktion von v und V. Dasselbe gilt von I.

$$i = f(v, V); \; I = F(v, V) \quad \ldots\ldots \quad 1).$$

Diese beiden Funktionen lassen sich in der angegebenen Schaltung experimentell ermitteln und stellen die sogenannten „Charakteristiken" der Röhre dar. Betrachtet man einen Betriebspunkt, der durch die kontinuierlichen Potentiale v_0 und V_0 entsprechend einer Gitterstromstärke i_0 und einer Anodenstromstärke I_0, gegeben ist, so lassen sich die Gleichungen 1) für die Nachbarschaft dieses Betriebspunktes nach Potenzen von $v - v_0$ und $V - V_0$ entwickeln. Bricht man diese Entwicklungen mit den linearen Gliedern ab, so erhält man die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned} i - i_0 &= \left(\frac{\partial i}{\partial v}\right)_0 (v - v_0) + \left(\frac{\partial i}{\partial V}\right)_0 (V - V_0) \\ I - I_0 &= \left(\frac{\partial I}{\partial v}\right)_0 (V - V_0) + \left(\frac{\partial I}{\partial v}\right)_0 (v - v_0) \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 2).$$

Setzt man zur Abkürzung

$$\left(\frac{\partial i}{\partial v}\right)_0 = \frac{1}{r_1}, \quad \left(\frac{\partial i}{\partial V}\right)_0 = \frac{1}{r_2}, \quad \left(\frac{\partial I}{\partial V}\right)_0 = \frac{1}{r_3}, \quad \left(\frac{\partial I}{\partial v}\right)_0 = \frac{1}{r_4},$$

so gehen die Gleichungen 2) über in:

$$i - i_0 = \frac{v - v_0}{r_1} + \frac{V - V_0}{r_2}; \quad I - I_0 = \frac{V - V_0}{r_3} + \frac{v - v_0}{r_4} \; . \quad 2').$$

Die Größen r_1 bis r_4 haben die Dimension eines Widerstandes und lassen sich aus den experimentell aufgenommenen Charakteristiken bestimmen. Der Autor macht nun die Annahme, daß $v - v_0$ eine (unendlich kleine) Wechselspannung u sei. Dann wird $(i - i_0)$ eine Wechselstromstärke j, $(V - V_0)$ eine Wechselspannung U, $(I - I_0)$ eine Wechselstromstärke J und man erhält somit aus 2') die sogenannten „inneren Gleichungen" für das Audion:

$$j = \frac{u}{r_1} + \frac{U}{r_2}; \; J = \frac{U}{r_3} + \frac{u}{r_4} \quad \ldots\ldots \quad 3).$$

Nimmt man noch die für den äußeren Anodenkreis nach Abb. 1 geltende Gleichung

$$U + J R = 0 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4)$$

hinzu, so ergibt sich, unter der Voraussetzung, daß der betrachtete Widerstand R induktions- und kapazitätsfrei ist, das folgende Gleichungssystem:

$$\left.\begin{aligned} j &= \left[\frac{1}{r_1} - \frac{r_3 R}{r_2 r_4 (r_3 + R)}\right] u \\ U &= -\frac{r_3 R}{r_4 (r_3 + R)} u \\ J &= \frac{r_3}{r_4 (r_3 + R)} u \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 5).$$

Die letzte dieser Gleichungen stimmt mit der für diesen Fall von Vallauri*) abgeleiteten vollkommen überein.

Definiert man als „Relaiswirkung" das Verhältnis der im Anodenkreis frei werdenden zu der im Gitterkreise zugeführten Energie, so zeigt sich, daß dieselbe für einen gewissen Wert R optimum des äußeren Widerstandes einen Höchstwert annimmt.

$$R\,\text{optimum} = \frac{r_3}{\sqrt{1 - \frac{r_1 r_3}{r_2 r_4}}} \quad \ldots\ldots \quad 6).$$

Falls die Spannungsquelle u eine gewisse Impedanz besitzt, empfiehlt es sich, dieselbe über einen Umformer an den Gitterkreis zu legen. Zur Erreichung der Höchstleistung der Spannungsquelle gibt es für das Übersetzungsverhältnis des Umformers ebenfalls einen günstigsten Wert.

Ist der äußere Widerstand R ebenfalls über einen Umformer angeschlossen, besitzt er Impedanz oder besteht er aus einem Schwingungskreis, so gelten für den äußeren Anodenkreis andere Gleichungen, wobei jedoch in jedem Fall der Begriff eines günstigsten (Ohmschen oder scheinbaren) Widerstandes als Funktion der inneren charakteristischen Eigenschaften der Röhre erhalten bleibt.

Übersteigt die angelegte Wechselspannung u eine gewisse Größe, so muß die Voraussetzung der ebenen Charakteristiken (3) fallengelassen und die höheren Ableitungen von i und I in Betracht gezogen werden. Dies führt zur Erklärung der bekannten Gleichrichterwirkung des Audions sowie zur Bestimmung der Verzerrungen des verstärkten Stromes.

Zum Schluß vergleicht der Verfasser das Audion als Verstärker mit einem für sich erregten Wechselstromerzeuger, wobei der Gitterkreis als Feldwicklungs-, der Anodenkreis als Ankerkreis angesehen werden kann. Das Audion als Schwingungserzeuger läßt sich mit einer Dynamo mit Haupt- und Nebenschlußerregung vergleichen. Auch gemischte Schaltungen des Audions mit teilweiser Selbsterregung sind möglich und haben ein Analogon in den Wechselstrommaschinen mit Verbunderregung. (Jahrbuch drahtl. Tel., Band 12, Heft 3.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 25, Seite 295.

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Zur Berechnung der elektrochemischen Normalpotentiale Karl F. Herzfeld. Die Berechnung der elektromotorischen Kraft einer Zelle aus der Wärmetönung des chemischen Prozesses ist eine alte Aufgabe und schon von W. Thomson und Helmholtz behandelt worden. Sie setzten die Wärmetönung gleich der elektrischen Energie und die Versuche am Daniellelement bestätigten diese Annahme. Später traten jedoch immer mehr Abweichungen auf und Gibbs, Braun und Helmholtz zeigten dann, daß die elektrische Energie der freien Energie des chemischen Vorganges gleichzusetzen ist nach der Gleichung

$$E F - Q = F T \frac{d E}{d T},$$

in der $E F$ die elektrische Energie bedeutet und die Jahn bestätigte. Das Integrationsresultat war zunächst durch das Auftreten der unbekannten Integrationskonstanten (Entropiekonstanten) nicht weiter verwertbar. Erst das Nernstsche Wärmetheorem schaffte hier Abhilfe. Bei gesättigten Lösungen, wo nur Umsetzungen zwischen festen Körpern auftreten, sind nach dem Theorem die Entropiekonstanten Null; will man von den gesättigten Lösungen zu solchen beliebiger Konzentration übergehen, so muß die Löslichkeit des Salzes bekannt sein, das heißt, es ist die Berechnung der Entropiekonstanten notwendig. Dies hat nun Herzfeld unter der Annahme durchgeführt, daß die Entropiekonstante des gelösten Ions gleich der des entsprechenden Dampfatoms ist. Auf Grund dessen kann dann zur Berechnung des Normalpotentiales für feste und gasförmige Elemente fortgeschritten werden. Die Berechnungen zeigten Abweichungen gegen die Messungen, die von der Ionenbeweglichkeit abhängen und demnach auf Komplexbildung der Ionen mit Wasser zurückgeführt werden. Für die Löslichkeit von Salzen lassen sich Formeln angeben und das Einzelpotential, das Kontaktpotential und die Elektronenzahl in Metallen können berechnet werden. In offenen Zellen sind nur die positiven Ionen im Gleichgewicht; für die Elektronen tritt das Gleichgewicht nur sehr langsam ein; dadurch wird die Zelle erst angenähert reversibel. Aus den Ergebnissen lassen sich auch Andeutungen über den Mechanismus der halbdurchlässigen Wände machen. Die Helmholtzsche Gleichung über den Zusammenhang der maximalen Arbeit mit der Wärmetönung ist auf Einzelpotentiale nicht genau anwendbar. (Ann. d. Phys. 56, 133, 1918.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Die elektrothermische Zinkgewinnung bildet den Gegenstand einer Abhandlung von H. Nathusius. Das „Imbert-Verfahren", das heißt die Gewinnung von Zink aus Schwefelzink oder auch oxydischem Zinkerz mit Hilfe von Eisen im elektrischen Ofen wurde auf der Hohenlohehütte erprobt, jedoch mit negativem Ergebnis. A. Johnson arbeitet mit flüssiger Schlacke und setzt nur die für die Reduktion unbedingt erforderliche Kohlenmenge zu; die abziehenden Gase müssen vor Eintritt in die Vorlage einen elektrisch beheizten Kohlenfilter durchziehen, um den etwa noch vorhandenen Sauerstoff zu entfernen. Auf diese Weise ist es gelungen, in einem 80 kW-Ofen in Hartford (Conn.) das Verhältnis von metallischem Zink zum Zinkstaub auf 300:11 zu bringen. Auf Grund dieser günstigen Resultate ging Johnson zum Bau von 200- bezw. 300 kW-Öfen über. Das de Lavalsche Verfahren in Trollhättan dürfte — wenigstens soweit es sich um die Erzeugung von Zink aus Zinkoxyd handelt — zu keinem Ergebnis geführt haben; man beschränkt sich auf die Raffination von Rohzink. Die bisherigen Mißerfolge bei der elektrothermischen Zinkgewinnung kamen nach Ansicht des Verfassers daher, daß den metallurgischen Erfordernissen zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Es kann nur jener Elektroofen Aussicht auf Erfolg haben, der den Reduktionsprozeß den Verhältnissen des bewährten Muffelverfahrens (Temperatur 1000 bis 1200°) anzupassen gestattet. Die Lichtbogenöfen scheiden daher als aussichtslos aus. Das Arbeiten mit flüssiger Schlacke ist sowohl in metallurgischer als auch ofentechnischer Hinsicht nachteilig.

Verfasser hat sich bei der Konstruktion seines elektrischen Zinkofens (die Patente sind im Besitze der Westdeutschen Thomasphosphatwerke in Berlin) von folgenden Grundsätzen leiten lassen: 1. Der Ofen soll luftdicht abgeschlossen sein, 2. den entstehenden Gasen soll ein zwangläufiger Abfluß gesichert sein, 3. die Beheizung soll durch die ganze Beschickung gleichmäßig erfolgen, 4. die Temperatur der Beschickung soll nicht über 1300° C steigen, 5. der Prozeß soll ununterbrochen verlaufen. Der Nathusius-Ofen kann entweder mit horizontalen Kammern oder schachtförmig

Digitized by Google

(Abb. 1) gebaut werden. Nur der Reduktionsraum *A* ist vermittelst der Elektroden *C* und der auf den Endplatten *D* aufgestampften Leiter 2. Klasse beheizt. Die Reduktionskammern *A* und die Kondensationskammern *B* sind als ein geschlossenes Mauerwerk mit einem dichten Eisenmantel *F* umgeben. Die stromführenden Stahlelektroden *C* sind unverstellbar. Durch die obere Klappe *N* wird das Reduktionsgemisch eingebracht. Der benutzte Drehstrom wird durch einen Transformator auf die gewünschte Spannung (5 bis 15 V) gebracht. Die durch Auflösen des neutralen Punktes entstandenen sechs Enden werden an die Elektroden angeschlossen. Weitere Verbesserungen bezwecken, den Ofen für Großhüttenwerke geeignet zu machen. Der Ofen ist dann als Schachtofen ausgebildet und mit einem Gichtverschluß sowie einem Schlackenabstich versehen. Der ringförmige Kondensationsraum umgibt den Schacht etwa in der Mitte seiner Höhe. Eine rechnerische Durchprüfung hat ergeben, daß bei der Verarbeitung von 1000 kg eines Erzes mit 63·59 Zn O mit 267 kg Kohle 920 kWh benötigt werden. Da bei den bisherigen Zinkmuffelöfen für die t Erz 1200 kg Kohle verbraucht werden, so ergibt sich, daß die elektrische Beheizung der Zinköfen bereits da wirtschaftlich erscheint, wo 920 kWh weniger kosten als 1200 kg Kohle. Die Vorteile der elektrischen Beheizung liegen jedoch auf anderen Gebieten, wie Reinheit des Heizmittels, Regulierbarkeit usw. (Metall u. Erz 1918, Heft 6 u. 7.)

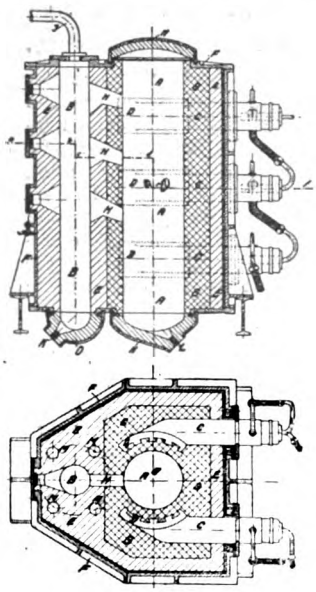


Abb. 2.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über den Einfluß wechselnder Magnetfelder auf die Hysteresis von Eisenkohlenstofflegierungen haben C. W. Waggoner und H. M. Freeman Untersuchungen angestellt. Die Tatsache, daß bei hohen Induktionen durch aufgedrückte Magnetfelder die Hystereis herabgesetzt wird, ist schon lange bekannt. Sie findet praktische Verwendung bei dem Magnetdetektor in der drahtlosen Telegraphie. Fleming und Coursey haben gefunden, daß eine Längs- oder Kreismagnetisierung durch Wechselfelder beliebiger Frequenz die Hysteresis erniedrigt und den Wert von B_{max} erhöht. N. H. Williams gelang es, durch Quermagnetisierung in weichem Eisen die Hysteresis zum Verschwinden zu bringen. Seine Messungen ergaben eine Verkleinerung von B_{max} bei weichem Eisen, hingegen eine Erhöhung bei hartem Stahl. Die Verfasser haben in einer Reihe von Eisenkohlenstofflegierungen von in nachstehender Tabelle angegebenen Zusammensetzungen diesbezügliche Untersuchungen angestellt.

Nr.	C	P	Si	Mn	S
0	0·01	0·005	0·005	0·025	0·025
I	0·058	Spuren	0·008	0·071	—
1	0·60	0·013	0·15	0·14	0·012
2	0·74	0·012	0·16	0·14	0·013
3	0·89	0·010	0·19	0·155	0·013
4	0·98	0·012	0·16	0·15	0·013
5	1·18	0·012	0·14	0·14	0·013
55	1·26	0·012	0·16	0·17	0·014
6	1·37	0·011	0·19	0·16	0·012

Eisenstäbe von 40 cm Länge und 1·5 cm Dicke wurden in ein Glasrohr gebracht, das eine Bewicklung für die Wechselstrommagnetisierung erhält. Das Glasrohr wurde in ein Solenoid von 1 m Länge eingeführt, und durch 1 A eine Gleichstrommagnetisierung von H = 35 c. g. s. hervorgerufen. Die Bewicklung des Solenoids wird über ein Potentiometer an 110 V Gleichstrom angeschlossen und durch einen über den Widerstand des Potentiometer rotierenden Kontakt wird der Magnetisierungsstrom zwischen einem positiven und einem negativen Maximum geändert. An eine sekundäre Bewicklung des Solenoids ist ein Grassotsches Fluxmeter mit Spiegelablesung angeschlossen. Ein Lichtstrahl von einem kleinen Glühlämpchen wird vorerst in dem Instrumentspiegel, hierauf in einem zweiten Spiegel reflektiert und fällt auf ein photographisches Papier. Der letztgenannte Reflexionsspiegel ist durch eine Schnur mit dem auf dem Potentiometerwiderstand rotierenden Kontakt verbunden, so daß den Bewegungen des letzteren, mithin dem Magnetisierungsstrom entsprechend, der Lichtstrahl in der Horizontalen allmählich zwischen zwei äußeren Grenzen verschoben wird. In der Vertikalen wird der Lichtstrahl entsprechend der sich ändernden Induktion im Probestab durch den Spiegel des Fluxmeters zwischen einem oberen und einem unteren Maximum verschwenkt; mithin zeichnet der beiden Bewegungen folgende Lichtstrahl auf dem photographischen Papier die Hysteresiskurve auf. Durch eine vorhergehende Messung wurden die gesamten Meßeinrichtungen geeicht.

Bei der Untersuchung wurde zuerst eine normale Hysteresiskurve aufgenommen und hierauf eine Hysteresiskurve bei der Wechselstrommagnetisierung mit 60 Per/s. Die beiden Flächen wurden hierauf planimetriert. Mit Hilfe eines Metronoms wurde gesorgt, daß der rotierende Kontakt in vier Sekunden eine volle Umdrehung ausführt. Bei allen untersuchten Stäben wurde bis zur gleichen Gleichstrommagnetisierung $H_{max} = 42·3$ und bis zur gleichen Wechselstrommagnetisierung $H_{max} = 58·7$ gegangen. Bei sämtlichen Mustern wurde eine Herabsetzung der Hysteresis durch die Wechselstrommagnetisierung nachgewiesen. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, ist der Einfluß größer, je höher der Kohlenstoffgehalt des Eisens ist. Die Wirkung des Wechselfeldes ist daher gerade entgegengesetzt der von mechanischen Erschütterungen.

C-Gehalt in %	0·0	0·2	0·4	0·6	0·8	1·0	1·2	1·4
%-Verkleinerung der Hysteresis .	20	28	33	37	42	45	48	52

(General Electric Rev. 21, 2. 1918.)

Literatur-Bericht.

Erneuerungs-, Ersatz-, Reserve-, Tilgungs- und Heimfallfonds, ihre grundsätzlichen Unterschiede und ihre bilanzmäßige Behandlung. Von Dr. Ing. A. Paul. Berlin 1916, J. Springer (Mk. 3·60). Bd. I.

Der kaufmännischen Rechnung, die ich einmal die Kunst einfache Dinge geheimnisvoll darzustellen nennen hörte, haftet bekanntlich eine Ausdrucksweise an, durch die der Laie irre geführt wird. So spricht man darin von Fonds, die nicht nur gar keine Fonds sind, sondern sogar negative Besitzgrößen darstellen; aber man läßt das erklärende Vorzeichen einfach fort. Es mag dahingestellt bleiben, ob das so sein muß. Auch Dr. Ing. Paul unterläßt jede Kritik in der Richtung. Er nimmt die bestehende Gewohnheit — selbst an sie offensichtlich durch jahrelange Übung gewöhnt — hin, wie sie ist, und bemüht sich nur, sie unerfahrenen Kollegen zu erklären. Sein Ziel ist: „Solchen Ingenieuren, welche nicht speziell Wirtschaftsfachleute sind und die nicht Veranlassung haben, sich vorwiegend mit kaufmännischen Fragen zu befassen, die aber als Leiter oder Teilhaber industrieller Betriebe genötigt sind, von Zeit zu Zeit aus Bilanzen ihr Urteil über die finanzielle Entwicklung eines Unternehmens zu bilden, in leicht verständlicher Weise die Entstehung der in den Geschäftsabschlüssen vorkommenden wichtigsten und den meisten Mißdeutungen ausgesetzten „Fonds", die formelle Art ihrer Buchung und die charakteristischen Unterschiede derselben an Hand eines einfachen, möglichst instruktiven Beispiels klar zu machen. Außerdem, so sagt er weiter, wenden sich seine Ausführungen „aber auch ganz allgemein an junge Ingenieure, angehende Juristen, Handelsakademiker und Steuerbeamte, die sich aus Neigung oder beruflichem Interesse mit dem Thema beschäftigen und sich einen Überblick darüber verschaffen wollen, wie sich der behandelte Gegenstand n den Augen des Technikers darstellt".

Es ist zu wünschen, daß viele junge Ingenieure von dem Gebrauch machen, was ihnen mit Dr. Ing. Pauls Schrift angeboten wird. Die Beleuchtung der Schwächen von § 261, 3 des deutschen Handelsgesetzbuches mit seiner Durchschneidung des gordischen Knotens der Abschreibungstheorien; die Feststellung, daß ohne „Ersatzfonds" ein Unternehmen auch aus dem opulentesten Erneuerungsfonds keine Erneuerungen bezahlen kann u. dgl., werden gerade junge Geister zu der Überlegung anregen, daß hier ein Gebiet abgeleuchtet wird, auf dem mit freiem Blick und frischem Mut zu grundsätzlicher Verbesserung eines für neuzeitliche Verkehrsansprüche etwas zu holprig gewordenen Pflasters zu gelangen sein könnte. *W. Kübler.*

Personalnachrichten.

Den Mitgliedern des Beirates des Technischen Versuchsamtes Hofrat i. R. Artur Ritter von Boschan und dem Universitätsprofessor Hofrat Dr. Ernst Lecher, sowie dem Inspektor der Dampf- und wärmetechnischen Versuchsanstalt der Dampfkesseluntersuchungs- uno Versicherungsgesellschaft a. G. in Wien Ing. Fritz Krauß wurde das Kriegskreuz für Zivilverdienste zweiter Klasse verliehen.

† Ludwig von Piette-Rivage, Mitchef der Firma P. Piette, Kurator des Technischen Museums für Industrie und Gewerbe in Wien usw., Stifter und Mitglied unseres Vereines seit 1883, ist am 14. August d. J. in Freiheit i. B. verschieden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
15. September 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 37.
36. Jahrgang.

INHALT:

Strahlung, Elektrizität und Materie. Von Dr. Gustav Großmann (Schluß) 413

Rundschau 421

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 423

Briefe an die Schriftleitung 424

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Strahlung, Elektrizität und Materie.

Von Dr. Gustav Großmann, Wien.

(Schluß von Heft 36, Seite 409.)

3. Die Konstitution der Atome.

Das Studium der radioaktiven Stoffe hat ergeben, daß am Aufbau ihrer Atome Heliumatome und Elektronen beteiligt sind. Es frägt sich, ob man dieses Ergebnis auch auf die nichtradioaktiven Elemente ausdehnen darf. Dies wäre zulässig, wenn die Annahme berechtigt wäre, daß auch die angeblich stabilen Stoffe in Umwandlung begriffen sind, u. zw. in einer so ungeheuer langsam vor sich gehenden, daß wir sie für stabil halten, während sie es in Wirklichkeit gar nicht sind. Doch dies ist wenig wahrscheinlich. Vor allem ist es unwahrscheinlich, daß Helium zu den Bestandteilen der nichtradioaktiven Stoffe gehört. Denn während alle radioaktiven Mineralien He enthalten, ist außer dem Beryll kein einziges nichtradioaktives Mineral bekannt geworden, in dem He nachweisbar wäre. Daher müssen wir annehmen, daß He einen Atombestandteil bloß bei den radioaktiven Elementen darstellt. Anders steht es aber mit den Elektronen. Aus einer Reihe von Erscheinungen muß geschlossen werden, daß Elektronen auch in den Atomen der leichtesten Elemente enthalten sind. Dafür spricht vor allem der Umstand, daß man jedes einatomige Gas ionisieren, das heißt, leitend machen, mit anderen Worten, von seinen Atomen Elektronen abspalten kann. Ein weiterer Beweis ist der photoelektrische Effekt, die Erscheinung, daß sich von der Oberfläche irgend eines Leiters, der mit Licht oder mit ultravioletten Strahlen bestrahlt ist, Elektronen loslösen. Ebenso spricht dafür die sogenannte Thermionisierung, das heißt, die Loslösung von Elektronen (Thermionen) von der Oberfläche glühender Körper.

Es kann demnach kein Zweifel darüber bestehen, daß Elektronen die Bestandteile von Atomen aller Elemente bilden. Daher kann angenommen werden, daß sich die Atome der stabilen Elemente zumindest aus zwei Teilen zusammensetzen: aus einem materiellen Teil, dem sogenannten Atomkern, und aus Elektronen. Diese Annahme muß noch mit der Tatsache in Einklang gebracht werden, daß ein jedes Atom eines jeden Elementes von Haus aus elektrisch neutral ist. Hieraus folgt, daß ein jedes Atom auch positive elektrische Ladungen enthalten muß, und zwar insgesamt ebenso viel an positiver Elektrizität als an negativer. Da es keine von Materie loslösbaren positiv elektrischen Korpuskel gibt, so muß man weiter schließen, daß der Atomkern mit einer von ihm nicht abtrennbaren positiven Ladung $+N\varepsilon$ behaftet ist, die der Summe der Ladungen $-N\varepsilon$ der im Atom enthaltenen N Elektronen gleichkommt und sie paralysiert. Hat ein Atom eines seiner Elektronen oder mehrere solche verloren, so ist es kein neutrales Atom mehr, sondern ein positives Ion. Ein solches ist auch ein α-Strahlenteilchen. Es ist nichts anderes als der mit der Ladung $+2\varepsilon$ behaftete Kern eines Heliumatomes.

Es frägt sich noch, auf welche Weise der Atomkern und die Elektronen im Atome verteilt und zueinander angeordnet sind.

Indem man über die Verteilung der Elektronen und die Art ihrer Bewegung verschiedenartige Annahmen traf und aus den Gesetzen der Elektrodynamik und Mechanik die Grundbedingungen für die Stabilität des aus dem positiven Atomkern und den negativen Elektronen bestehenden Systems herleitete, gelangte man zu verschiedenen sogenannten Atommodellen, die die gegenseitige Anordnung aller Teile des Atomes wiedergeben. So ersannen Lord Kelvin und J. J. Thomson Atommodelle, denen die Vorstellung zu Grunde liegt, daß die positive Ladung des Atomkernes über ein gewisses Kugelvolumen gleichmäßig verteilt ist, während die Elektronen sich im Innern dieser Kugel befinden und bestimmte Bewegungen ausführen.

Doch diese Anschauung über die Beschaffenheit des Atomkernes hat sich als unhaltbar herausgestellt. Eine bessere entwickelte E. Rutherford, der mit seinem genialen Blick aus einem unscheinbaren Phänomen heraus, an dem vielleicht Dutzende achtlos vorüber gegangen wären, nämlich aus der Streuung, die die α-Strahlen beim Durchtritt durch sehr dünne Metallfolien erfahren, weitgehende Schlüsse in bezug auf den Atomaufbau zu ziehen vermochte. Er ließ in Vakuum ein ganz schmales Bündel parallel verlaufender α-Strahlen durch eine sehr dünne Metallfolie hindurchgehen und auf einen Zinksulfidschirm auftreffen. An der da auftretenden Leuchterscheinung konnte er feststellen, daß die aus der Folie austretenden α-Strahlen wohl zum größten Teil, aber nicht sämtlich ihre ursprüngliche Flugrichtung beibehalten und parallelen Lauf haben, daß jedoch viele von ihnen divergieren. Es tritt eine sogenannte Streuung der α-Strahlen ein. Aus dieser Erscheinung, die Rutherford an verschiedenartigen Folien messend und rechnerisch verfolgte, konnte er folgern, daß die α-Teilchen imstande sind, obwohl sie selbst Atomkerne sind, die Atome der Metallfolie zu durchsetzen. Hieraus schloß er, daß der Durchmesser des Helium-Atomkernes klein gegenüber dem Durchmesser der Metallatome sein muß. Er stellte auch noch fest, daß einige der α-Teilchen um mehr als einen rechten Winkel abgelenkt werden, so daß sie von der Folie nach der Einfallseite hin reflektiert werden. Hieraus zog er den Schluß, daß die Metallatome hochgradig geladene Kerne haben müssen.

So gelangte Rutherford zum Ergebnis, daß das Atom eines jeden Elementes aus einem positiv elektrisch geladenen, im Vergleich zu den Atomdimensionen winzigen Atomkern (Abb. 3) und einer bestimmten, für jedes Element charakteristischen Anzahl Elektronen besteht, die um den Kern herum in konzentrischen Ringen

Digitized by Google

ähnlich wie die Planeten unseres Sonnensystems um die Sonne herum angeordnet sind. Auch Rutherford nimmt an, daß der Kern der Sitz der positiven elektrischen Ladung ist, die die negativen Ladungen der Elektronen paralysiert. Somit muß die Kernladung ebensoviel Elementarquanten gleichkommen, als Elektronen im Atome enthalten sind. Zählen zu einem Atom 13 Elektronen, wie dies in dem in Abb. 3 dargestellten Atommodell eines Elementes angenommen ist, so beträgt die positive Kernladung 13 ε.

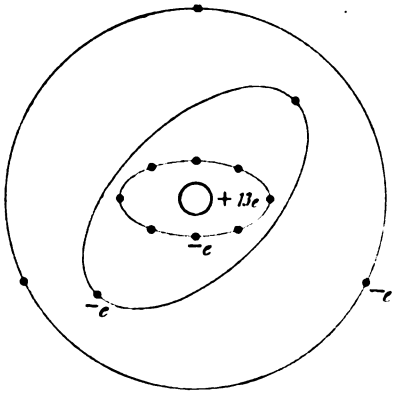


Abb. 3. Atommodell.

Der Durchmesser eines Atomes ist von der Größenordnung von 10^{-8} cm. Derjenige eines Elektrons läßt sich aus seiner Masse berechnen, wenn man diese als rein elektromagnetische Trägheit auffaßt. Es ergibt sich, daß der Durchmesser eines Elektrons $1{\cdot}9 \cdot 10^{-13}$ cm beträgt, also im Verhältnis zum Atomdurchmesser winzig, etwa 100 000mal kleiner als dieser ist. Auch der Atomkern muß im Vergleich zum Atom winzige Dimensionen haben. Sein Durchmesser dürfte das Ein- bis Zehnfache des Elektronendurchmessers betragen, also von der Größenordnung von 10^{-13} bis 10^{-12} cm sein. Vergleichen wir das aus dem Atomkern und Elektronen bestehende Planetensystem mit unserem Sonnensystem. Der Durchmesser der Erde beträgt bekanntlich $^1/_{24000}$ des Durchmessers ihrer Bahn um die Sonne. Demgegenüber macht der Durchmesser eines Elektrons $^1/_{100000}$ des Atomdurchmessers aus. Also steht der mittlere Abstand der Planeten vom Atomkern zum Planetendurchmesser annähernd im gleichen Verhältnis, wie der Abstand von Erde und Sonne zum Erddurchmesser.

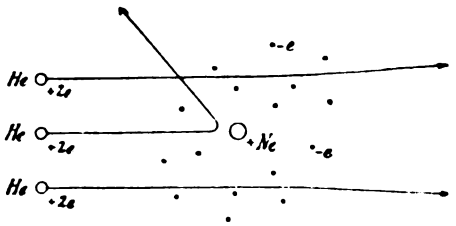


Abb. 4. Zusammenstoß von α-Teilchen mit einem Atom. (Darstellung nach Sommerfeld.)

Die Abstände zwischen dem Atomkern und den Elektronen sind also relativ zu diesen enorm groß. Vom Rauminhalt eines Atomes ist also bloß ein winzig kleiner Bruchteil mit Masse erfüllt. Dann ist es aber erklärlich, daß ein α-Strahlenteilchen, das heißt, ein Heliumatomkern, durch ein Atom hindurchfliegen kann, ohne dabei mit einem Atombestandteil zusammenzustoßen, ähnlich wie ein Komet unser Sonnensystem durchfliegen kann, ohne mit einem Gestirn zusammenzurennen. Ist die Geschwindigkeit des fliegenden α-Teilchens sehr groß, so wird es durch die elektrischen Kräfte, die es beim Durchsetzen des Atomes erfährt, von seiner Bahn nicht allzu stark abgelenkt (Abb. 4). Hat aber der in das Planetensystem eindringende Komet eine solche Flugrichtung, daß er unmittelbar auf den Atomkern, die Sonne des Planetensystems, lossteuert, so erfährt er eine mit der Annäherung an den Atomkern schnell wachsende, abstoßende Kraft, die ihn unter mehr als einen rechten Winkel seitlich ablenkt.

So lassen sich die Streuerscheinungen der α-Strahlen an Hand des Rutherfordschen Atommodelles zwanglos erklären.

Aus der Größe der Abstoßung, die die α-Teilchen von der positiven Kernladung erfahren, konnte Rutherford einen Schluß in bezug auf die Größe der Kernladung und somit auf die Anzahl N der in den Atomen enthaltenen Elektronen ziehen. Er fand, daß N gleich der Hälfte des Atomgewichtes ist. Demnach sollte die Anzahl der zum Beispiel im Sauerstoffatom enthaltenen Elektronen $= \frac{16}{2} = 8$ sein. Bloß der Wasserstoff sollte eine Ausnahme machen. Die Anzahl der im H-Atom enthaltenen Elektronen soll (nach der Regel $= {}^1/_2$) $= 1$ sein. Wie van der Broek feststellte, kommt man der Wahrheit näher, wenn man die Elektronenanzahl nicht der Hälfte des Atomgewichtes, sondern der sogenannten Ordnungszahl des Elementes gleichsetzt. Diese Zahl gewinnt man, wenn man die Elemente in der Reihenfolge, in der sie im natürlichen System aufeinanderfolgen, nummeriert, das heißt, indem man dem Wasserstoff die Nummer 1 erteilt, He die Ziffer 2, Lithium die Ordnungszahl 3 gibt usw. (Man darf hiebei die fünf Lücken, die das natürliche System der Elemente heutigentags immer noch aufweist, nicht übersehen.) Danach besteht das Wasserstoffatom aus einem mit der Elektrizitätsmenge + ε geladenen Atomkern und einem einzigen, um den Kern kreisenden Elektron. Ähnlich baut sich das Heliumatom aus einem mit der Ladung + 2 ε versehenen Atomkern und zwei Elektronen auf. Aluminium hat die Ordnungszahl 13. Also muß die Anzahl der in einem Atom Aluminium enthaltenen Elektronen 13 sein und die positive Kernladung = 13 ε betragen. Diese Theorie scheint auf den ersten Blick sehr kühn zu sein, vielleicht erscheint sie sogar abenteuerlich, denn es ist verblüffend, daß eine bloße Ziffer, wie es die Ordnungszahl ist, eine tiefergehende physikalische Bedeutung haben sollte. Wir werden aber noch weiter unten zu sehen Gelegenheit haben, daß sie eine Größe ist, die eine führende Rolle im Reich der Elemente spielt.

In den Jahren 1913, 1914 und 1915 hat der Kopenhagener Physiker N. Bohr unter Zugrundelegung der Planckschen Lichtquantentheorie ein neues Atommodell ersonnen, das sowohl im Hinblick darauf, daß Bohr mit alten Traditionen bricht, wie mit Rücksicht auf die vorzügliche Übereinstimmung der aus der Bohrschen Theorie hergeleiteten Folgerungen mit der Erfahrung bemerkenswert ist. Bohr geht vom Rutherfordschen Atommodell aus und macht die den Lehren der Elektrodynamik widersprechende Annahme, daß die Elektronenringe dauernd und beliebig lange rotieren können, ohne daß die Rotation mit Energieausstrahlung verknüpft wäre. Dabei soll es für jeden Elektronenring unendlich viele Gleichgewichtslagen geben, die miteinander durch die Gleichung verkettet sind:

$$m v a = \frac{h}{2\pi} \tau \quad \ldots\ldots \quad 7).$$

Hierin bedeutet m die Elektronenmasse, v die Umfangsgeschwindigkeit, a den Durchmesser des Elektronenringes, h die Plancksche Konstante, das sogenannte Wirkungsquantum, das $= 6{\cdot}55 \cdot 10^{-27}$ erg./sek. ist, und τ eine ganze Zahl, die alle Werte von 1 bis ∞ durchlaufen kann. Jedem Werte von τ entsprechend gibt es ein Wertepaar für a und v. Ist $\tau = 1$, so ist a ein Minimum und die potentielle Energie des Systems am kleinsten. Also entspricht $\tau = 1$ der beständigsten Anordnung des Systems.

Solange der Elektronenring konstant rotiert, ist der Energieinhalt W eines Elektrons konstant, und zwar ist

$$W = \frac{2\pi^2 m \varepsilon^2 E^2}{\tau^2 h^2} \quad \ldots\ldots \quad 8),$$

Digitized by Google

Tabelle IV.

Ordnungszahl N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Name des Elementes	*H*	*He*	*Li*	*Be*	*B*	*C*	*N*	*O*	*F*	*Ne*	*Na*	*Mg*	*Al*	*Si*	*P*	*S*	*Cl*	*Ar*	*K*	*Ca*
Gruppe im periodischen System	—	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	0	I	II
Chemische Wertigkeit	1	0	1	2	3	4	3	2	1	0	1	2	3	4	3	2	1	0	1	2
Zahl der Ringelektronen:																				
								4	4		8	8	8	8	8	4	4	8	8	8
			2	2	2	2	4	2	4	8	2	2	2	2	4	2	4	8	2	2
äußerer Ring	1	2	1	2	3	4	3	2	1	2	1	2	3	4	3	2	1	2	1	2
Gesamtzahl der Elektronen = N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

worin E die Kernladung bedeutet. Nur dann, wenn τ sich ändert, das heißt, der Elektronenring aus einer Gleichgewichtslage in eine andere nach Maßgabe der Gleichung 7) übergeht, strahlt das System Energie aus. Geht τ vom Werte τ_1 in τ_2 über, so ist die bei diesem Vorgange von einem Elektron des betreffenden Ringes ausgestrahlte Energie:

$$W_{\tau_2} - W_{\tau_1} = \frac{2\pi^2 m \varepsilon^2 E^2}{h^2}\left[\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right] \quad . \quad 9).$$

Im Sinne der Planckschen Quantenemissionstheorie findet die Strahlenemission nicht kontinuierlich, sondern in Energiequanten statt. Deren Größe ist von der Frequenz ν der ausgestrahlten elektromagnetischen Schwingung abhängig und $= h\nu$. Daher muß

$$W_{\tau_2} - W_{\tau_1} = h\nu \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10)$$

sein. Daraus folgt, daß

$$\nu = \frac{2\pi^2 m \varepsilon^2 E^2}{h^3}\left[\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right] = \nu_0\left[\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right] \quad 11),$$

worin ν_0 eine Konstante für das betreffende Atom ist.

Wendet man diese Gleichung für Wasserstoff an, dessen Kernladung $E = \varepsilon$ ist, so ergibt sich, wenn man $\tau_2 = 2$ setzt,

$$\nu_H = \frac{2\pi^2 m \varepsilon^4}{h^3}\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{\tau_1^2}\right] = \nu_{0H}\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{\tau_1^2}\right] \quad 12)$$

und für die Wellenlänge

$$\lambda_H = \frac{c}{\nu_H} = \frac{c}{\nu_{0H}} \cdot \frac{4\tau_1^2}{\tau_1^2 - 4} \quad . \quad . \quad . \quad 13),$$

eine Formel, die nicht nur der Form nach der Balmerschen 1) gleicht (man muß nur τ_1 durch m ersetzen), sondern auch numerisch genau mit ihr übereinstimmt.

Bohr hat auch für die ersten 20 Elemente des natürlichen Systems die möglichen Ringanordnungen der Elektronen ermittelt (Tabelle IV). Danach verteilen sich die Elektronen der Elemente der kleinsten Ordnungszahlen auf 1 bis 4 Elektronenringe. Bemerkenswert ist hiebei, daß die Anzahl der Elektronen im äußersten Ring der chemischen Wertigkeit des Elementes gleichkommt. Diese an den Atomkern am schwächsten gebundenen Elektronen des äußeren Ringes, die sogenannten Valenzelektronen, sind diejenigen, von denen die chemischen und optischen Eigenschaften des Elementes abhängen.

III. Über hochfrequente Wellenstrahlen und den Bau der Materie.

1. Röntgen- und γ-Strahlen.

Auch den Forschungen über Röntgenstrahlen, und zwar denjenigen, die zur Feststellung ihrer Natur geführt haben, können wir einen Fortschritt in der Erkenntnis der Beschaffenheit der Materie verdanken.

Röntgenstrahlen entstehen überall dort, wo Kathodenstrahlen auf einen festen Körper auftreffen. So entstehen sie in der in Abb. 1 dargestellten Vakuumröhre in allen Punkten der von Kathodenstrahlen getroffenen Metallplatte M (die wir, weil sie das Gegenstück der Kathode darstellt, Antikathode nennen wollen), wie auch an allen denjenigen Stellen der Röhrenwandung, die dem Bombardement der Elektronen ausgesetzt sind. Und zwar werden in allen Punkten Röntgenstrahlen nach allen Richtungen des Raumes hin erzeugt.

Bei den ersten, an den X-Strahlen angestellten Untersuchungen fiel es auf, daß sie, ähnlich wie Kathodenstrahlen, in verschiedenen Stoffen, wie zum Beispiel in Glas, Kalkspat u. a., Fluoreszenz hervorzubringen imstande sind. Doch trotz dieser ihrer Ähnlichkeit mit den Kathodenstrahlen konnte sie Röntgen nicht für solche ansehen. Er vermutete vielmehr, daß die X-Strahlen eine dem Licht ähnliche Erscheinung sind, zumal, da er feststellen konnte, daß sie sich im Gegensatz zu den Kathodenstrahlen und in Analogie mit dem Lichte durch magnetische Kräfte nicht von ihrer Bahn ablenken lassen. Er bemühte sich daher, die für Licht charakteristischen Erscheinungen, nämlich Brechung, Reflexion, Polarisation, Beugung und Interferenz, an den X-Strahlen nachzuweisen. Doch alle seine nach dieser Richtung hin angestellten Versuche waren ebenso vergeblich, wie die von anderen Physikern auf den Nachweis der Beugung und Interferenz hinzielenden Versuche. Daher kam Röntgen zu dem Schlusse, daß die Röntgenstrahlen dem Wesen nach doch Kathodenstrahlen, also eine Korpuskularstrahlung, sind.

Doch die auf die Elektronenlehre aufgebaute Theorie der Röntgenstrahlen hat keinen Zweifel darüber aufkommen lassen, daß sie eine elektromagnetische Erscheinung, ihrem Wesen nach dasselbe wie elektrische Wellen, Wärmestrahlen, Licht und ultraviolette Strahlen sein müssen. Und indem man annahm, daß sie einen periodischen Verlauf haben, vermochte man aus verschiedenen Umständen zu schließen, daß sie elektrische Wellen einer winzig kleinen Wellenlänge, und zwar einer solchen von der Größenordnung von 10^{-9} cm, sind.

Den Wellencharakter des Lichtes kann man durch seine Interferenz bei der Beugung nachweisen, die man erhält, wenn man aus einem schmalen Spalt austretendes Licht durch ein sogenanntes Beugungsgitter hindurchtreten und auf einen Schirm fallen läßt. Lassen wir homogenes, beispielsweise rotes Licht durch das Gitter hindurchtreten. Wir nehmen sodann auf dem Projektionsschirm nicht bloß einen einzigen Lichtstreifen, also eine einmalige Abbildung des Spaltes, sondern eine ganze Reihe von parallelen Lichtstreifen wahr, und zwar einen intensivsten mittleren Streifen und rechts und links davon je

Digitized by Google

eine Anzahl Lichtstreifen stufenweise abnehmender Flächenhelligkeit. Diese Erscheinung rührt von der Beugung und der Interferenz des gebeugten Lichtes her. Es findet nämlich an den hellen Stellen eine Verstärkung, an den dunklen eine Auslöschung von Licht statt.

Dieser Versuch gelingt, wenn wir ein Gitter haben, dessen Stäbe genügend dicht nebeneinander liegen. So brauchen wir für sichtbares Licht, dessen Wellenlänge zwischen 0·0008 und 0·0003 mm liegt, ein Gitter, dessen Stäbe einen Abstand von 0·001 bis 0·01 mm haben. Wollte man in ähnlicher Weise Interferenz von Röntgenstrahlen hervorbringen, so müßte man ein Gitter verwenden, dessen Stäbe in Abständen von etwa 1 Zehnmillionstel mm angeordnet sind. Ein so feines Gitter läßt sich jedoch technisch nicht herstellen und da ein solches nicht vorhanden war, so konnte auch der Interferenzversuch mit Röntgenstrahlen nicht mit Erfolg durchgeführt werden.

Da kam v. Laue auf den genialen Einfall, daß die Natur selbst solche Gitter hergestellt hat, daß nämlich irgend ein Kristall ein geeignetes Gitter ist. In der Kristallographie war man schon lange zur Anschauung gelangt, daß die Kristalle ein regelmäßiges Bauwerk von Molekeln bilden, daß diese nach Raumgittern, nämlich in parallelen Ebenen und innerhalb dieser in einem ganz gleichförmigen Netz, angeordnet sind. Einen einfachsten Fall bietet das Kochsalzkristall, von dem man annahm, daß die Na Cl-Moleküle in den Eckpunkten von Würfeln gleicher Größe ausgeteilt sind. Von dieser Vorstellung ausgehend, konnte man in einfacher Weise auch den gegenseitigen Abstand der drei Systeme von Netzebenen, das heißt den gegenseitigen Abstand der vermeintlichen Na Cl-Moleküle berechnen und fand, daß dieser $2{\cdot}8.10^{-8}$ cm beträgt. Ein solcher Kristall mußte das gesuchte geeignete Gitter sein. Es war daher zu erwarten, daß beim Durchtritt eines Röntgenstrahlenbündels durch einen Kristall ähnliche Interferenzerscheinungen auftreten, wie sich solche beim Durchtritt von Licht durch ein planes Gitter ergeben. Nur war zu berücksichtigen, daß ein Kristall ein Raumgitter und kein planes Gitter ist, daß in jeder Netzebene zwei Gittersysteme und daß ebensoviel Gittersystempaare als Netzebenen vorhanden sind, so daß sich die Interferenzerscheinungen im Raume abspielen. Hieraus mußte man folgern, daß sich die Interferenzstreifen in Interferenzpunkte auflösen müssen.

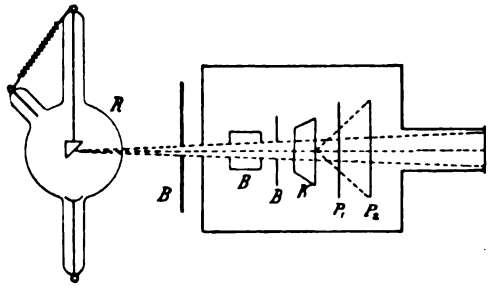


Abb. 5. Anordnung der Laue-Friedrich-Knippingschen Versuche.

Die Annahme v. Laues wurde durch die von W. Friedrich und F. Knipping durchgeführten Versuche aufs glänzendste bestätigt. Sie ließen (Abb. 5) ein Röntgenstrahlenbündel von 1 mm Durchmesser auf einen Zinksulfidkristall K, senkrecht zu seinen kubischen Flächen fallen und ließen die austretende Röntgenstrahlung auf mehrere hinter dem Kristall angeordnete photographische Platten P_1, P_2 einwirken. Nach mehrstündiger Exposition erhielten sie Photogramme der in der Abb. 6 dargestellten Art. Diese zeigen in der Mitte, an der Durchstoßstelle des Röntgenstrahlenbündels, einen schwarzen Fleck und um diesen herum eine Reihe von scharf gezeichneten schwarzen Punkten, die erwarteten Interferenzpunkte, die auf Kreisen angeordnet und entsprechend der vierzähligen Symmetrie des Zinksulfidkristalls in einer vierzähligen Symmetrie verteilt sind. Es wurde sodann der Kristall gedreht, so

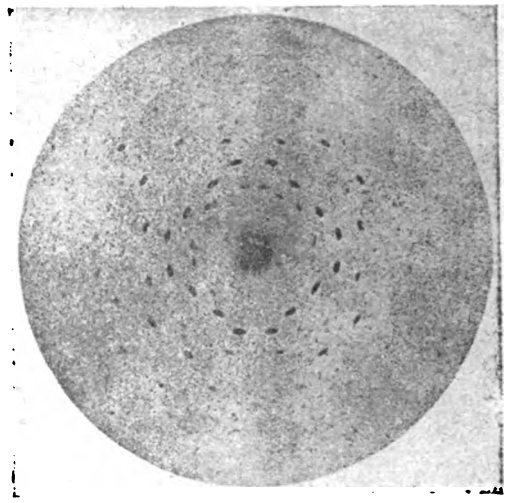


Abb. 6.

daß das Strahlenbündel senkrecht zur Oktaëderfläche des Kristalls gerichtet war. Hiebei sind, den Erwartungen entsprechend, Photogramme gewonnen worden, in denen die Interferenzpunkte in einer dreizähligen Symmetrie angeordnet sind (Abb. 7).

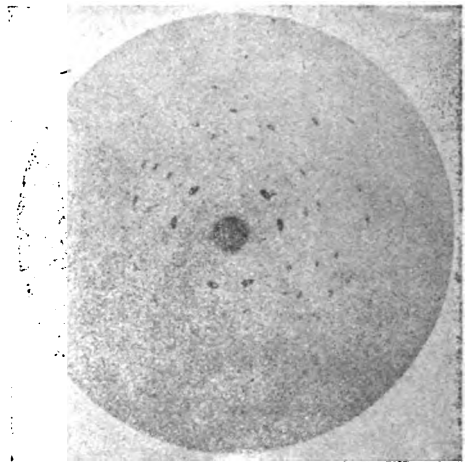


Abb. 7.

Mit diesen klassischen Versuchen war der erste Beweis für den Wellencharakter der Röntgenstrahlen erbracht. Laue konnte aus der Anordnung der Punkte auch die Wellenlänge der Strahlen berechnen und fand dafür Werte, die zwischen 1·27 und $4{\cdot}83.10^{-9}$ cm liegen.

Bald nach der im Sommer 1912 stattgefundenen Veröffentlichung der Aufsehen erregenden Ergebnisse der Laue-Friedrich-Knippingschen Versuche zeigte W. H. Bragg, daß man das Zustandekommen der Laueschen Interferenzbilder viel einfacher durch die Reflexion der Röntgenstrahlen auf den parallelen Netzebenen des Kristalls erklären kann und im Dezember 1912 berichtete sein Sohn über die von den beiden Braggs angestellten Versuche zum Nachweise der Reflexion der Röntgenstrahlen.

Digitized by Google

Lassen wir nach dem Beispiele der Braggs ein schmales Bündel paralleler Röntgenstrahlen von einer ganz bestimmten Wellenlänge auf einen Kristall unter einem schrägen Winkel einfallen. Dann wird eine Welle (Abb. 8) von der Kristalloberfläche nach dem bekannten

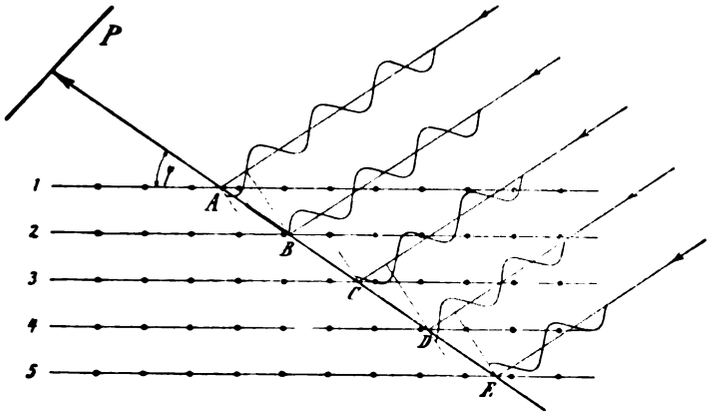


Abb. 8. Reflexion der Röntgenstrahlen.

Reflexionsgesetze reflektiert werden. Doch es wird nicht allein die Oberfläche des Kristalls als Spiegel wirken, wie das bei Licht der Fall wäre, sondern es werden aus dem Grunde, daß die Röntgenstrahlung ins Innere des Kristalls eindringt, auch alle mit der Kristalloberfläche parallelen Netzebenen 2, 3, 4 usw. Röntgenstrahlung empfangen, als Spiegel wirken und je eine Teilwelle der einfallenden Strahlung reflektieren. So reflektieren also alle Netzebenen je eine Welle. Wir erhalten somit in Richtung eines jeden reflektierten Strahles eine Überlagerung von ebensoviel Wellen, als Netzebenen vorhanden sind. Diese Wellen müssen im Innern des Kristalls verschieden lange Wegstrecken zurücklegen, bis sie zu dem Oberflächenpunkt A gelangen, von wo die erste, von der Oberfläche reflektierte Welle ausgeht. Also sind die sämtlichen einander überlagerten reflektierten Wellen gegeneinander in der Phase verschoben, und zwar jede gegenüber der vorhergehenden um gleich viel. Ist dies aber der Fall, dann ist die arithmetische Summe der zahlreichen einander überlagerten Wellen im allgemeinen nur gering, eine Welle von kleiner Amplitude. Dieses Ergebnis erhalten wir bei jeder gegenseitigen Verschiebung der Wellen mit Ausnahme derjenigen Fälle, in denen die Differenz ihrer Wegstrecken genau gleich einer Wellenlänge oder einer ganzen Vielfachen dieser ist. Dann treffen alle Wellen mit der gleichen Phase zusammen, sie unterstützen sich dann sämtlich gegenseitig und wir erhalten einen intensiven reflektierten Röntgenstrahl. Wie aus Abb. 8 hervorgeht, ist die Wegstrecke, um die zwei aufeinanderfolgende Wellen gegeneinander verschoben sind, $= 2\,d\sin\varphi$. Wir erhalten Interferenz, wenn $2\,d\sin\varphi = n\lambda$, wo n eine beliebige ganze Zahl bedeutet. Diese Gleichung ist erfüllt, wenn $\sin\varphi = n\frac{\lambda}{2\,d}$. Nun ist d, der Abstand der Netzebenen, eine Konstante, denn er ist bei einem Kristall gegeben und nicht veränderbar. Daraus folgt, daß es für die angenommene Wellenart ganz bestimmte Einfallwinkel gibt, bei denen die Wegdifferenz genau gleich der Wellenlänge oder einem ganzen Vielfachen dieser ist. Wir erhalten jedem Werte von n entsprechend einen Wert von φ. Wenn wir also den Kristall ganz allmählich drehen und dadurch den Einfallwinkel φ allmählich verändern, so werden wir diejenige Stellung des Kristalls finden, in der die Differenz der Wegstrecken genau gleich der Wellenlänge λ ist, so daß Interferenz eintritt. Dann gerät das Bündel der vom Kristall reflektierten Röntgenstrahlen sehr intensiv. Lassen wir dieses auf eine photographische Platte P fallen, so erhalten wir auf dieser in der bestimmten Stellung des Kristalls einen Strich, eine Spektrallinie, gezeichnet. Bei Weiterdrehung des Kristalles werden wir noch eine zweite, dritte und noch mehrere Stellungen finden, in denen Interferenz eintritt. Wir erhalten also die jener Röntgenstrahlenart entsprechende Spektrallinie mehrfach dargestellt.

Lassen wir auf den Kristall ein Gemisch von Röntgenstrahlen verschiedener Wellenlängen aufprallen und drehen wir ihn allmählich, so werden in dessen verschiedenen Stellungen der Reihe nach die verschiedenen Arten der im Strahlengemisch enthaltenen Wellen interferieren und wir erhalten auf der photographischen Platte, auf die die reflektierte Strahlung einwirkt, jeder Strahlungsart, also jeder Wellenlänge entsprechend je eine Spektrallinie. Wir gewinnen somit ein Spektrum des Röntgenstrahlengemisches. Bei Weiterdrehung des Kristalls erhalten wir eine mehrmalige Wiederholung des Spektrums. Auf diesem Wege gelang es W. H. Bragg und seinem Sohn W. L. Bragg die Reflexion der Röntgenstrahlen nachzuweisen, Röntgenspektra zu erzeugen und aus diesen die Wellenlängen der zur Interferenz gelangten Strahlen zu berechnen.

Schon lange vermutete man, daß die von radioaktiven Stoffen ausgesandten γ-Strahlen ebenfalls Wellencharakter haben, zumal, da sie sich ebensowenig wie Licht- oder Röntgenstrahlen durch magnetische Kräfte ablenken lassen. Nachdem man festgestellt hat, daß sie ebenso wie Röntgenstrahlen imstande sind, Sekundärstrahlen zu erregen und alle festen Stoffe zu durchdringen, so nahm man an, daß die γ-Strahlen im Wesen das Gleiche wie Röntgenstrahlen sind. Und da sie in bezug auf Durchdringungsvermögen selbst die härtesten Röntgenstrahlen übertreffen, so hat man sie für extrem harte Röntgenstrahlen, also solche extrem kleiner Wellenlänge angesehen. Durch Anwendung der Braggschen Methode ist es möglich geworden, diese Hypothese zu überprüfen, den Wellencharakter der γ-Strahlen nachzuweisen und ihre Wellenlänge zu ermitteln. E. Rutherford, der das Spektrum der von Radium B und Radium C ausgesandten γ-Strahlen erzeugte, fand Wellenlängen zwischen 0·7 und $4 . 10^{-9}$ cm, also ein Spektrum, das das Röntgenstrahlenspektrum zum Teil überdeckt.

Auf Grund dieser Forschungsergebnisse kann man nunmehr aussagen, daß die Röntgenstrahlen ein Glied in der Kette der elektrischen Wellen bilden. Diese beginnt, wenn man von größten Wellenlängen ausgeht, mit dem niedrigfrequenten Wechselstrom, dessen Wellenlänge von der Größenordnung von 10^4 km $= 10^9$ cm ist, und setzt sich über das Wellengebiet der drahtlosen Telegraphie, das Gebiet der Hertzschen Wellen, der Wärmestrahlen, der Lichtstrahlen und der ultravioletten Strahlen hinweg bis zur Wellenlänge von 1 Hunderttausendstel cm fort, bis wohin sie fast lückenlos erforscht ist. Nunmehr kommt das Gebiet der Röntgenstrahlen und der γ-Strahlen hinzu, das sich von ungefähr $1 . 10^{-7}$ cm bis etwa $0{\cdot}7 . 10^{-9}$ cm erstreckt (Abb. 9). Es besteht nur noch eine Lücke zwischen der kleinsten Wellenlänge ultravioletter Strahlung von $1 . 10^{-5}$ cm

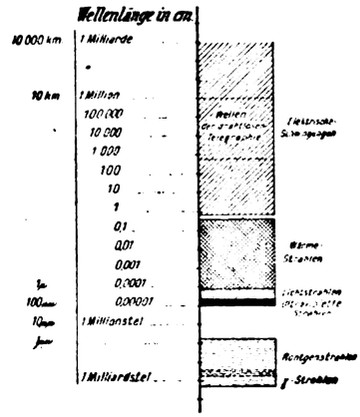


Abb. 9. Wellenstrahlen.

Digitized by Google

und der bisher ermittelten größten Wellenlänge der Röntgenstrahlung, nämlich $1 . 10^{-7}$ cm. Doch auch diese kleine Lücke wird wahrscheinlich bald ausgefüllt sein.

2. Die Materie im Lichte der neueren Forschungen über Röntgenstrahlen.

Die Untersuchungen von Laue und Bragg haben nicht allein die Physik der Röntgenstrahlen in außerordentlicher Weise gefördert, sondern sie haben unsere Erkenntnis auf allen Gebieten der Physik und der Chemie in einem Maße bereichert, daß wir sie als geradezu epochemachend bezeichnen müssen. Sie haben vor allem einen schlagenden Beweis für die Richtigkeit der in der Kristallographie seit langer Zeit bestehenden Auffassung über die Raumgitterstruktur der Kristalle geliefert. Sie haben gleichzeitig der Kristallographie ein Mittel zur Feststellung der Beschaffenheit und Dimensionen der Kristalle in die Hand gegeben. Denn ebenso wie es die Lauesche und Braggsche Untersuchungsmethoden ermöglichten, aus den bekannten Dimensionen des Kristalls und dem Reflexionswinkel der zur Interferenz Anlaß gebenden Röntgenstrahlung deren Wellenlänge zu berechnen, so ist es umgekehrt bei Verwendung einer Röntgenstrahlung bekannter Wellenlänge möglich geworden, aus der Wellenlänge und dem Reflexionswinkel den Abstand der Netzebenen der Kristalle zu ermitteln. So ist zum Beispiel durch den Vergleich der Aufnahmen an verschiedenen Flächen des Diamantes der Nachweis erbracht worden, daß dieser ein Raumgitter hat, in dem die einzelnen Kohlenstoffatome auf den Ecken von Tetraëdern sitzen (Abb. 10) derart,

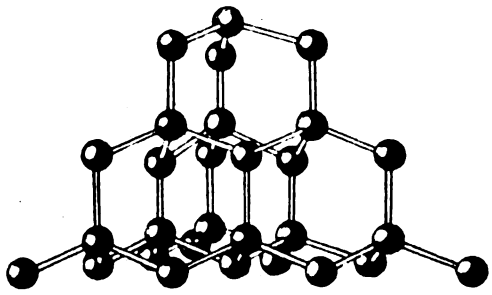


Abb. 10. Diamant.

daß von jedem Gitterpunkt, also von jedem Atom, die vier benachbarten Gitterpunkte unter vier symmetrisch verteilten Richtungen in gleichen Abständen sitzen. Wir sehen aus der Abb. 10 (aus der wir uns die die Atome verbindenden Stäbe, als nicht existierend, wegdenken müssen) etwas, was die Chemie lange vorausgesetzt hat, daß nämlich im Diamant jedes Kohlenstoffatom an vier gleich weit entfernte Atome gebunden ist. Man kann dieses Modell füglich für die Konstitutionsformel des Diamantes im strengsten Sinne des Wortes ansehen.

Zu einer für den Chemiker überraschenden neuen Erkenntnis führten die an Steinsalzkristallen vorgenommenen Interferenzversuche. Wie aus diesen folgt, ist im Na Cl-Kristall durchaus nicht je ein Na-Atom mit je einem Cl-Atom zusammen zu je einem Molekül vereinigt, sondern es sind die Na-Atome und die Cl-Atome voneinander getrennt, als wenn sie gar nicht miteinander chemisch verbunden wären. Der Kristall baut sich also nicht aus Molekülen auf, wie wir uns das bisher gedacht haben, sondern aus Na-Atomen und Cl-Atomen, die in gleichen gegenseitigen Abständen abwechselnd aufeinander folgen, wie dies das Kristallmodell in Abb. 11 veranschaulicht. Man kann demnach nicht sagen, daß zu einem bestimmten Na-Atom ein ganz bestimmtes Cl-Atom gehört. Man kann vielmehr jedem Na-Atom sechs verschiedene Cl-Atome und jedem Cl-Atom sechs verschiedene Na-Atome zuordnen. Der Chemiker muß also umlernen. Den Aufbau des Steinsalzkristalls kann man auch noch anders, und zwar so kennzeichnen, daß in ihm Schichten von Na-Atomen und Cl-Atomen abwechselnd aufeinander folgen. Man kann sich nämlich im Kristall auch solche Ebenen gezogen denken, in denen bloß Na-Atome und bloß Cl-Atome sitzen. So schneidet die durch den Mittelpunkt des dargestellten Kristallstückchens unter 45° zur wagerechten Ebene gelegte, durch das gestrichelte Sechseck gekennzeichnete Ebene bloß Cl-Atome. Ebenso die zu dieser parallele Ebene, die vom Kristallstückchen ein Tetraëder abtrennt. Zwischen diesen schrägen Ebenen liegen wieder solche, in denen bloß Na-Atome ausgeteilt sind.

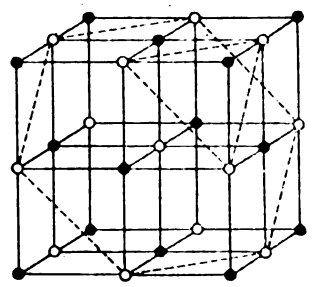


Abb. 11.

Vor etwa zwei Jahren hat P. Debye eine Methode ersonnen, um Interferenzbilder nach Art der Laueschen von Stäbchen aus gepreßten Kristallpulvern, in denen die Kristalle ganz unregelmäßig durcheinander gelagert sind, zu gewinnen. Er stellte Interferenzbilder vom Lithiumfluorid (Abb. 12) und von amorphem Silizium (Abb. 13) her. Er

Abb. 12. Lithiumfluorid.

Abb. 13. Silizium.

fand hiebei, daß die Gitterstruktur des Siliziums derjenigen des Diamantes gleich ist. Debye ging noch einen Schritt weiter. Er sagte sich, daß wenn er Interferenzbilder von unregelmäßig aneinander gehäuften kleinen Kristallstücken bekommen kann, so müsse er solche auch von derartigen amorphen Körpern erhalten können, in deren Molekülen die Atome in einer regelmäßigen Anordnung verteilt sind. Ein solcher Stoff ist Benzol, in dessen Molekül die Atome in einem Sechsring angeordnet sind. Nach Debyes Annahme muß ein jedes Molekül eines solchen Stoffes wie ein Kristallstückchen wirken und die Untersuchung des Stoffes nach seiner Methode zu Interferenzfiguren führen. In der Tat gelang es ihm, solche zu erhalten (Abb. 14) und aus ihnen sogar die Seitenlänge des Benzolsechsringes zu berechnen ($62 . 10^{-9}$ cm).

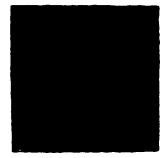


Abb. 14. Benzol.

Auch haben die Laue- und Braggschen Untersuchungsmethoden zu einer tiefergehenden Erforschung der Konstitution der Atome geführt, denn sie stellen ein Mittel zur genauen Feststellung der Art der sogenannten charakteristischen Röntgenstrahlen der Elemente dar.

Bereits Röntgen hat festgestellt, daß jeder Stoff, der von Röntgenstrahlen durchsetzt ist, zur Quelle einer neuen Röntgenstrahlung wird. Wie Barkla aus seinen jahrelangen Untersuchungen herleitete, sendet jedes Element, das unter dem Einflusse von Röntgenstrahlen steht, sekundäre Strahlen ganz bestimmten, für das Element charakteristischen und von der Art der Primärstrahlung

Digitized by Google

unabhängigen Durchdringungsvermögens aus. Da also die Art (Härte) dieser Strahlung bloß von der Art des Elementes abhängig ist, so nannte sie Barkla charakteristische Sekundärstrahlung. Ist auch die Qualität dieser Strahlung von derjenigen der sie erregenden Primärstrahlung unabhängig, so ist es doch nicht ihre Entstehung. Sie kann nämlich bloß durch Strahlen wachgerufen werden, deren Durchdringungsvermögen größer als dasjenige der Sekundärstrahlen selbst ist. Da man vermutete, daß die Härte der Röntgenstrahlung, das heißt ihr auf einen bestimmten Stoff, beispielsweise auf Aluminium, bezogenes Durchdringungsvermögen um so größer sein muß, je kürzer ihre Wellenlänge ist, so wurde jenes Ergebnis auch so formuliert, daß die charakteristische Sekundärstrahlung in irgend einem Element bloß durch eine Strahlung kürzerer Wellenlänge wachgerufen werden kann. Hierin offenbarte sich eine Ähnlichkeit der charakteristischen Röntgenstrahlung mit der in fluoreszenzfähigen Stoffen unter dem Einflusse von Lichtstrahlen entstehenden Fluoreszenzlichtstrahlung. Denn diese kann bloß durch Lichtstrahlen wachgerufen werden, deren Wellenlänge kürzer als die ihr eigene ist (Stokessches Gesetz). Daher nannte Barkla die charakteristische Röntgenstrahlung auch Fluoreszenz-Röntgenstrahlung.

Barkla und seine Mitarbeiter stellten auch noch fest, daß manche Elemente, und zwar solche mittleren Atomgewichtes, wie Silber (107·9), Zinn (118·7) und Barium (137·4), zwei Arten von charakteristischen Eigenstrahlungen auszusenden vermögen, die in bezug auf Härte voneinander stark abweichen. Er bezeichnete die härtere als K-Strahlung und die weichere als L-Strahlung. Weiter ermittelte er das Durchdringungsvermögen der Eigenstrahlungen aller untersuchten Elemente. Es ergab sich, daß sich diese in zwei Reihen, in die K-Reihe und die L-Serie, einordnen lassen, innerhalb derer das Durchdringungsvermögen mit steigendem Atomgewicht gesetzmäßig wächst. So gehören die Eigenstrahlungen der leichten Elemente mit den Atomgewichten 27 (Al) bis 103 (Rh) in die K-Reihe, das heißt sie bilden eine Reihe, an die sich die K-Strahlen der Elemente mittleren Atomgewichtes anschließen. Ähnlich bilden die L-Strahlungen dieser Elemente eine Reihe, die ihre Fortsetzung in der Reihe der Eigenstrahlungen der schweren Elemente, wie W, Pt, Au, Pb und Bi findet. Hieraus mußte geschlossen werden, daß sämtliche Elemente zwei Arten von charakteristischen Röntgenstrahlen, eine K-Strahlung und eine L-Strahlung, auszusenden imstande sind, das heißt, daß die leichten Elemente außer der beobachteten, in die K-Reihe gehörigen Eigenstrahlung noch eine weiche L-Strahlung herzugeben vermögen und daß es außer der festgestellten L-Strahlung der schweren Elemente auch noch eine harte K-Strahlenart dieser Elemente gibt. Barkla konnte aus seinen Meßergebnissen auch noch die Folgerung herleiten, daß die Eigenstrahlungen beider Gattungen, sowohl die der K-Reihe wie die der L-Serie, komplex sind, mit anderen Worten, daß jede von ihnen ein Gemisch von Strahlen verschiedener Wellenlängen darstellt.

Der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen der Eigenstrahlung der Elemente und deren Atomgewicht ließ eine genaue Erforschung der charakteristischen Röntgenstrahlen, namentlich ihrer Spektra, in erkenntnistheoretischer Hinsicht wünschenswert erscheinen. So ging man daran, die von den verschiedenen Elementen erzeugten charakteristischen Röntgenstrahlen nach der Braggschen Methode zu analysieren. Damit ist die Röntgenspektrographie, ein neues Gebiet der Materialerforschung, erschlossen worden, das im Laufe der letzten vier Jahre von einer Anzahl Forschern emsig beackert wurde. Unter diesen sind in erster Linie H. G. J. Moseley und M. Siegbahn hervorzuheben, die in systematischer Arbeit die sämtlichen im periodischen System zwischen dem Natrium und dem Uran liegenden Elemente untersuchten und die Wellenlängen der von ihnen ausgesandten Eigenstrahlungen ermittelten.

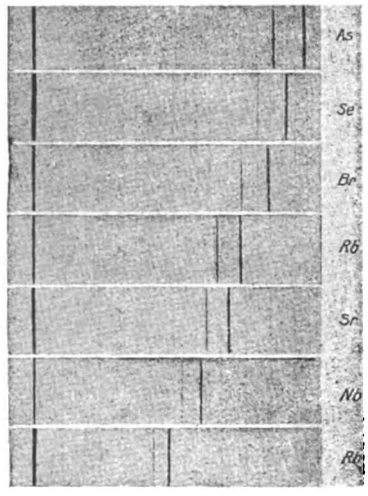


Abb. 15. K-Strahlenspektra.

Es stellte sich heraus, daß die Eigenstrahlungen in der Tat komplex sind. Siegbahn, der mit seinem Vakuum-Spektrographen die Untersuchungsmethode wesentlich verfeinert hat, vermochte die K-Strahlung der meisten Elemente in vier, diejenige einiger Elemente in fünf Komponenten (siehe Abb. 15) und das Spektrum der L-Strahlung (Abb. 16) zahlreicher Elemente sogar in 13 Linien aufzulösen. Siegbahn ist es auch gelungen, für die schwersten Elemente die Existenz einer dritten Reihe charakteristischer Röntgenstrahlen, einer M-Reihe, aufzudecken. Er stellte im ganzen 530 Spektrallinien fest, deren kürzeste Wellenlänge $1{\cdot}77.10^{-9}$ cm und deren längste $1{\cdot}2.10^{-7}$ cm beträgt.

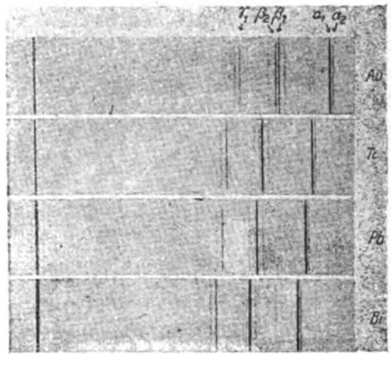


Abb. 16. L-Strahlenspektra.

Die große Bedeutung dieser Untersuchungen liegt aber nicht so sehr in der Häufung statistischen Materiales als in einer von Moseley aufgedeckten Gesetzmäßigkeit zwischen den Wellenlängen λ der Eigenstrahlungen und den Ordnungszahlen N der Elemente. Trägt man $\sqrt{\frac{1}{\lambda}}$ als Funktion der Ordnungszahl N, und zwar für jede der vier Komponenten α_1, α_2, β_1 und β_2 der K-Strahlung auf, so erhält man für jede von diesen je eine Gerade (Abb. 17), was seinen mathematischen Ausdruck in der Beziehung findet:

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} = a\,(N - N_0) \quad \ldots\ldots\ 14).$$

Hierin bedeuten a und N_0 Konstanten.

Ein ganz ähnlicher, überraschend einfacher Zusammenhang besteht zwischen den Wellenlängen jeder einzelnen Wellengattung der L-Serie und den Ordnungszahlen (Abb. 18).

Diese Gesetzmäßigkeit zerstreut endgültig die Zweifel und Widersprüche, die in bezug auf die Einordnung der Elementenpaare: Argon-Kalium, Kobalt-Nickel, und Tellur-Jod in das periodische System bestanden haben. Bei diesen

Digitized by Google

drei Elementenpaaren mußte man dem Elemente mit dem größeren Atomgewichte den Vortritt geben, um jedes von ihnen an die Stelle setzen zu können, wohin es gemäß seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften gehört. Nunmehr zeigt es sich, daß es richtig gewesen ist, diese und nicht das Atomgewicht für richtunggebend in

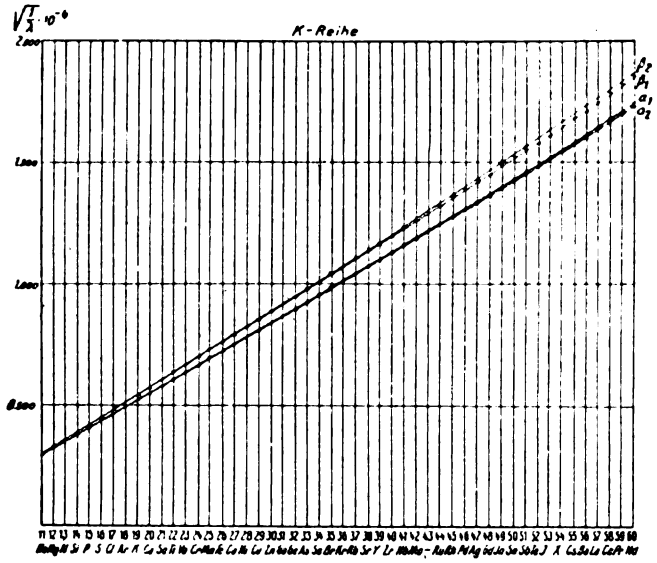


Abb. 17.

bezug auf die Feststellung der Reihenfolge der Elemente anzusehen. Aus jenem Zusammenhange heraus konnte Moseley unter anderem auch schließen, daß im periodischen System zwischen Al und Gold für noch unbekannte Elemente nur noch drei Plätze frei sind. Diese Folgerung hat sich ebenfalls als richtig erwiesen.

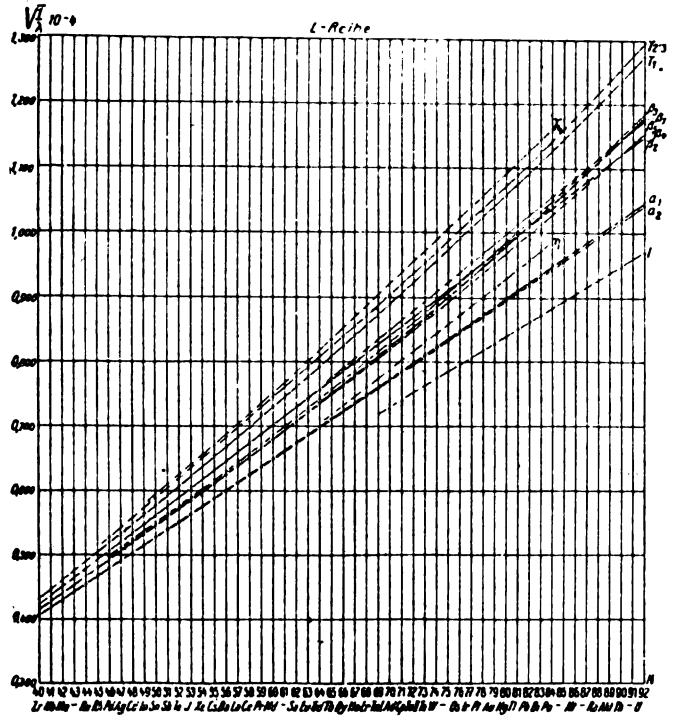


Abb. 18.

Die Tatsache, daß zwischen der Wellenlänge der Eigenstrahlung und der Ordnungszahl eine so verblüffend einfache Gesetzmäßigkeit besteht, und daß diese nicht bloß annähernd, sondern mit großer Genauigkeit zutrifft, stellt einen schlagenden Beweis dafür dar, daß die Ordnungszahl einen physikalischen Sinn hat. Bemerkenswert ist es, daß sich zwischen der Wellenlänge der Eigenstrahlung und dem Atomgewicht ein ähnlich einfacher Zusammenhang nicht herleiten läßt, und daß für die Bestimmung der richtigen Reihenfolge der Elemente im periodischen System nicht das Atomgewicht das allein Maßgebende ist. Daher muß die Ordnungszahl für ein dem Atomgewicht an Bedeutung überlegenes physikalisches Merkmal angesehen werden.

Der von Moseley aufgedeckte Zusammenhang zwischen der Wellenlänge der charakteristischen Röntgenstrahlung und der Ordnungszahl steht auch mit der Bohrschen Theorie des Atombaues in Einklang und stellt eine schöne experimentelle Bestätigung dieser dar. Denn aus der Bohrschen Theorie folgt, daß die Frequenz der Eigenstrahlung $(N-1)^2$, also annähernd N^2 proportional ist und somit zwischen $\sqrt{\frac{1}{\lambda}}$ und der Ordnungszahl N annähernd Proportionalität bestehen muß. Dies hat sich also in der Tat als richtig erwiesen.

Wie Moseley nachwies, gelten für die K-Strahlung und die L-Strahlung der im periodischen System zwischen Ca und Zn liegenden Elemente die folgenden beiden ihrer Form nach der Gleichung 11) genügenden Beziehungen:

$$\nu_K = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) \nu_0 (N-1)^2 \quad . \quad . \quad . \quad 15)$$

und

$$\nu_L = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \nu_0 (N-1)^2 \quad . \quad . \quad . \quad 16)$$

Aus diesen folgt, daß

$$\frac{\nu_K}{\nu_L} = 5{\cdot}4 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17)$$

mit anderen Worten, daß die L-Strahlung an Qualität annähernd gleichkommt der K-Strahlung eines Elementes mit $\sqrt{5{\cdot}4} = 2{\cdot}3$mal kleinerem Atomgewicht. Diese Folgerung steht mit dem aus Absorptionsmessungen hergeleiteten Ergebnis, wonach jene Verhältniszahl 2·7 beträgt, in guter Übereinstimmung.

Aus Bohrs Theorie folgte, daß die chemischen und optischen Erscheinungen an die Elektronen des an den Atomkern am losesten gebundenen äußeren Ringes geknüpft sind. An der Aussendung der charakteristischen Röntgenstrahlung sollen hingegen die am stärksten gefesselten Elektronen des inneren Ringes beteiligt sein. Somit stellt die charakteristische Röntgenstrahlung eines Atomes seine intimste Lebensäußerung dar und daher hat auch die Erforschung dieser Strahlen eine so große erkenntnistheoretische Bedeutung.

So haben die Untersuchungen über die charakteristische Röntgenstrahlung der Elemente einen vorzüglichen Beweis für die Rutherford-Bohrsche Anschauung vom Aufbau der Atome geliefert. Über denjenigen der Atomkerne haben wir noch keinen Aufschluß. Mit Bestimmtheit wissen wir so viel, daß ihnen ebensoviel Elementarquanten positiver Elektrizität anhaften, als Elektronen im Atom enthalten sind. Es kann für erwiesen angesehen werden, daß die Elektronenzahl und die dieser gleiche Kernzahl der Ordnungszahl gleichkommen. Die Forschungen haben weiter die Erkenntnis gebracht, daß die Ordnungszahl diejenige über allen anderen Merkmalen souveräne physikalische Größe ist, die den Verwandschaftsgrad und die Stufenleiter der Elemente vorschreibt.

Bohr versuchte seine Theorie des Atomaufbaues auch auf Moleküle auszudehnen. So hat er theoretisch ein Modell

Digitized by Google

des Wasserstoffmoleküles konstruiert. Dieses setzt sich aus zwei Wasserstoffatomen, also aus zwei H-Atomkernen und zwei Elektronen, zusammen. Nach seiner Ansicht sind die beiden Elektronen zu den zwei H-Kernen so angeordnet, daß sie von diesen gleich weit entfernt sind und um die Verbindungslinie der Kerne als Achse umlaufen (Abb. 19). Es wurde der Beweis erbracht, daß dieser Aufbau des Wasserstoffmoleküles mit allen der Beobachtung zugänglichen Eigenschaften des H in guter Übereinstimmung stehen. Debye war sogar in der Lage, aus dem Brechungsvermögen des H-Gases die Dimensionen des H-Moleküles, und zwar den Abstand der Kerne und der beiden Elektronen wie auch die sekundliche Zahl deren Umläufe (7000 Billionen) zu berechnen. In ähnlicher Weise ist es Sommerfeld gelungen, ein Modell des Sauerstoffmoleküles (Abb. 20) zu finden, aus dessen Beschaffenheit verschiedene physikalische Charakteristika des Sauerstoffes in guter Übereinstimmung mit der Erfahrung hergeleitet werden konnten. Danach sind um jeden der beiden Sauerstoffatomkerne, deren jeder mit einer positiven elektrischen Ladung von 8ε behaftet ist ($N = 8$), je sechs Elektronen in einem Ringe angeordnet, während die übrigen 2×2 Elektronen einen um die Verbindungslinie der O-Kerne als Achse umlaufenden Elektronenring bilden.

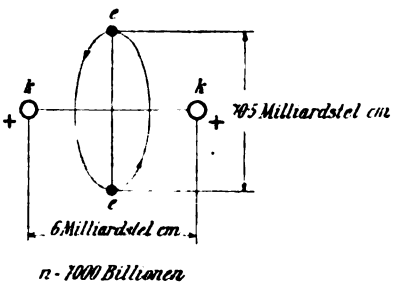


Abb. 19. Wasserstoffmolekül.

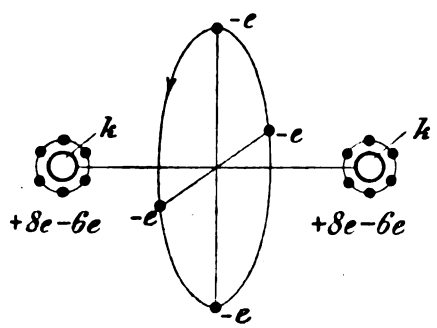


Abb. 20. Sauerstoffmolekül.

Es bedeutet einen großen Fortschritt der Physik, daß es auf rein theoretischem Wege gelungen ist, für zwei der einfachsten Elemente Modelle zu konstruieren, aus denen ihre physikalischen Eigenschaften im Einklang mit der Erfahrung hergeleitet werden können. Vermutlich wird es möglich sein auch für die Elemente verwickelteren Aufbaues Modelle zu finden, die zu mit der Erfahrung in Übereinstimmung stehenden Folgerungen führen.

Wir stehen am Beginn eines neuen Zeitalters der Physik und Chemie, dessen Aufgabe es sein wird, auf der nunmehr betretenen Bahn fortschreitend, den Mechanismus der Atome und Moleküle der Elemente zu ergründen, die mechanischen Vorgänge in ihnen rechnerisch zu verfolgen und aus den physikalischen und chemischen Eigenschaften und Konstanten der Elemente die gegenseitigen Abstände der Atom- und Molekelbestandteile zu errechnen.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Frage der Ersparnis an Brennstoffen wird in den Vereinigten Staaten von Amerika aufs Eifrigste behandelt. Einige Daten von C. F. Brown über den Kohlenverbrauch der Elektrizitätswerke sind von Interesse.

Die Kohlenerzeugung in den Vereinigten Staaten stieg von 532 Mill. t im Jahre 1915, auf 600 Mill. t im Jahre 1916 und 650 Mill. t im Jahre 1917. Davon entfielen 250 Mill. t oder 42% auf die Erzeugung von Dampf für Kraft- und Heizzwecke, 120 Mill. t (20%) auf die Eisenbahnen, für die übrigen Industrien und die Schiffahrt wurden 110 Mill. t (18%) und für die Haushaltungen 120 Mill. t (20%) verbraucht. Da im Jahre 1917 der Bedarf an Dampf für Kraft- und Heizzwecke rund 25% mehr Kohle und die Eisenbahnen um 33·33% mehr als 1916 erforderten, so wurden 1917 um rund 50 Mill. t zu wenig Kohle produziert. Es war daher notwendig, eine Anzahl elektrischer Anlagen, die besonders unwirtschaftlich arbeiten, stillzusetzen. Zu der erstgenannten Gruppe der Kohlenverbraucher gehören die am wirtschaftlichsten arbeitenden elektrischen Zentralen mit einem Kohlenverbrauch von rund 25 Mill. t oder 4% der Gesamtproduktion. Große Anlagen nutzen bis zu 17% der Energie der Kohle aus, kleine im Privatbetrieb stehende oft nur 1%. Einen Vergleich zwischen dem Kohlenverbrauch pro kWh bei kleineren Zentralstationen und bei Einzelnanlagen gibt nachstehende Zusammenstellung.

Mill. kWh	0·5	1	1·5	2	3	6	10	20	im Jahr
kg Kohle pro kWh	3·86	2·54	2·18	2·0	1·8	1·7	1·6	1·45	Zentralstation
	—	3·63	3·1	2·9	2·6	2·5	2·4	2·3	Einzelnanlage

Größere, modern eingerichtete Zentralen brauchen nur 0·7 bis 1·14 kg Kohle für die Erzeugung von 1 kWh. Würde die Belastung der Einzelnanlagen von den großen Zentralen übernommen werden, so könnten 40 bis 60% Kohle erspart werden.

Die nachstehende Tabelle enthält den Kohlenverbrauch in Abhängigkeit von der Belastung bei verschiedenen Betriebsfällen.

% der vollen Belastung		25	50	75	100
Kohlenverbrauch in kg pro kWh	*a*	3·86	2·77	2·32	2·18
	b	2·77	2·00	1·63	1·59
	c	1·63	1·23	1·14	1·12
	d	0·82	0·64	0·55	0·59

Die Reihe *a* bezieht sich auf eine Einzelnanlage mit einer 500 kW-Dynamo und Dampfmaschinenantrieb, die typisch für Amerika ist; bei sorgloser Bedienung ist der Kohlenverbrauch noch um 15% größer. Reihe *b* zeigt die Kohlenersparnis, die man durch Umbau der Kesselanlage erzielen kann. Die Reihe *c* zeigt den Verbrauch eines Turbogenerators in kleineren Anlagen und Reihe *d* den von großen Turbogeneratoren in den modernsten Elektrizitätswerken.

Außer von der Belastung ist der Kohlenverbrauch bekanntlich vom Verschiedenheitsfaktor (Verhältnis der Maximalbelastung zu der Summe der maximalen Belastungen aller Konsumenten) und vom Verbrauchsfaktor (Verhältnis der maximalen Belastung zum gesamten Anschlußwert) abhängig. Der Verschiedenheitsfaktor ist bei großen Anlagen nur ein Viertel des bei kleineren erzielten; der letztere ist bei großen Anlagen nur halb so groß als bei Einzelnanlagen. Der Belastungsfaktor (Verhältnis der mittleren zur maximalen Belastung in einer bestimmten Periode) ist bei großen Zentralen rund 50%, bei kleinen unter 25%. Aus diesen Tatsachen allein ergibt sich die Unwirtschaftlichkeit des Betriebes kleiner Einzelnanlagen und die Notwendigkeit dieselben stillzusetzen und den Strombedarf von großen Werken aus zu decken.

E. W. Rice weist darauf hin, daß man die Kohlenproduktion in Amerika um 10% bis 25% steigern könnte, wenn man in den Bergwerken durchaus den elektrischen Betrieb einführen würde. Nebst der unzureichenden Produktion ist die in Amerika im vergangenen Jahr aufgetretene Transportkrise eine der Ursachen, daß die Industrien nicht genügend mit Brennmaterial versehen werden konnten. Hier kann nur die Elektrifizierung der Betriebe Abhilfe schaffen, weil eine Erhöhung der Transportgeschwindigkeit um 25% erzielt werden kann. Dazu kommt noch, daß die elektrifizierten Bahnen nur ein Drittel der Kohle verbrauchen würden als die Dampfbahnen. Rice gibt die so erzielte Ersparnis mit 100 Mill. t Kohle an. Ein modernes Elektrizitätswerk liefert aus 1 kg Kohle die dreifache Leistung wie eine Dampflokomotive, die ungefähr 2·8 kg pro PS/h braucht; bei dem gleichen Kohlenverbrauch ist also im elektrischen Betrieb die Transportfähigkeit die dreifache.

(Gen. El. Rev. 21, Nr. 3 und 6, 1918.)

Digitized by Google

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Einrädrige Verbundturbinen und einrädrige mehrstufige Kreiselpumpen. Prof. Dr. Hans Baudisch, Wien. Sehr schmale Francisturbinen (Schlauchturbinen) ergeben einen ungünstigen Wirkungsgrad. Als untere Grenze des Verhältnisses von Laufradeintrittsbreite zu Laufradeintrittsdurchmesser kann etwa $^1/_{15}$ bis $^1/_{30}$ bei diesen Turbinen angenommen werden, entsprechend einer spezifischen Drehzahl von etwa 60 U. p. min. Es schließt sich demnach der Anwendungsbereich des Francislangsamläufers nicht lückenlos an jenen des Freistrahlschnelläufers an, dessen höchstmögliche spezifische Drehzahl bei eindüsiger Anordnung etwa 35 U. p. min beträgt. Diese Lücke wird durch die Pfarrsche Verbundturbine ausgefüllt, bei welcher die Betriebswassermenge im allgemeinen mehrere auf einer Welle aufgekeilte Laufräder der Reihe nach durchströmt. Man findet bei dieser Verbundanordnung stets mit zwei Gefällsstufen das Auslangen, wodurch man konstruktive Vereinfachung und Höchstausmaß des durch die Verbundanordnung erringbaren Vorteiles erzielt. Infolge des hohen Preises, der zwei vollständigen, wenn auch etwas kleineren Turbinen entspricht, konnte sich die Pfarrsche Verbundturbine trotz ihrer vorerwähnten Vorteile dennoch nicht recht einbürgern. Dieser Nachteil kann dadurch umgangen werden, daß man das Betriebswasser ein und dasselbe Laufrad zwei- oder mehrmals durchströmen läßt. Hiebei erscheint sowohl der Leitapparat, als auch der an das Laufrad anschließende Abflußraum in je zwei gleiche Teile geteilt, von denen nur die eine Leitradhälfte unmittelbar an die Druckleitung angeschlossen ist, nur die eine Hälfte des genannten Abflußraumes in das Turbinensaugrohr übergeht, während die zweite Hälfte dieses Abflußraumes mit der zweiten Hälfte des Leitrades durch eine Umführungsleitung verbunden ist. Sind aus den Gleichungen:

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}, \; n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$$

die Einheitswerte der Turbine als solche gegeben, so rechnen sich dieselben für das Laufrad der oben gekennzeichneten neuen Turbine, bei welcher bereits vom halben Laufrad die Wassermenge Q m³/s bei $\frac{H}{2}$ m Gefälle und n U. p. min zu verarbeiten ist, zu

$$Q_1'' = 2\sqrt{2\,Q_1}, \; n_1'' = \sqrt{2\,n_1},$$

woraus zu entnehmen ist, daß diese einrädrige Verbundanordnung bezüglich der Einheitswassermenge gegenüber der Pfarrschen Verbundanordnung eine Steigerung von 100% erfährt, während deren Einheitsdrehzahl sich gleich wie dort ergibt. Die einrädrige Verbundturbine ist daher der Pfarrschen Anordnung überlegen. Sie kann konstruktiv als rein achsiale Turbine, als rein radiale Turbine, sowie auch als achsial-radiale Turbine durchgebildet werden. In der Anordnung einer zweistufigen Radialturbine mit äußerer Beaufschlagung kann die Turbine als Spiralturbine durchgebildet werden, so zwar, daß sich die Spirale für jede Stufe nur über eine Laufradhälfte erstreckt. Dem bei der achsial-radialen Turbine auftretenden Achsialschub kann man dadurch begegnen, daß man die Turbine mit einem doppelseitig ausgießenden Laufrade versieht. Hiedurch ändert sich das oben zuletzt angeführte Gleichungspaar in:

$$Q''' = \sqrt{2\,Q_1}, \; n_1''' = \sqrt{2\,n_1},$$

so daß die doppelseitig ausgießende einrädrige Verbundturbine hinsichtlich Schluckvermögen und Drehzahl der Pfarrschen Verbundturbine vollkommen gleichwertig erscheint. Wird als untere Grenze der spezifischen Umlaufszahl eines Laufrades $n_s = 60$ angenommen, so ergeben sich nachstehende spezifische Umlaufzahlen: für die Pfarrsche Verbundturbine $n_s = 35{\cdot}7$ U. p. min, für die einrädrige Verbundturbine $n_s = 25{\cdot}2$ U. p. min und für die einrädrig zweiseitig ausgießende Verbundturbine $n_s = 35{\cdot}7$ U. p. min, wodurch der lückenlose Anschluß an den Freistrahlschnelläufer gewährleistet erscheint, insbesondere wenn dessen zweidüsige Ausführungsformen in Betracht gezogen werden. Zur Erzielung eines günstigen Wirkungsgrades muß die einrädrige Verbundturbine gewisse Bedingungen erfüllen. Um eine Wirbelbildung und ein Pulsieren des Wasserverbrauches in den Leitrad- und Ausgußräumen auf ein Kleinstmaß zu beschränken, muß die Schaufelzahl des Laufrades, ebenso wie die Schaufelzahl des Leitrades als gerade Zahl gewählt werden. Dieses Pulsieren des Wasserverbrauches bringt auch ein Pulsieren des Druckes mit sich, der im Turbinengehäuse auftritt und bei Durchführung der Festigkeitsrechnung in Betracht zu ziehen ist. Um die Energieübertragung der nach einer Stromlinie sich bewegenden Wasserteilchen an andere benachbarte Stromlinien zu vermeiden, was einen ungünstigen Einfluß auf den Wirkungsgrad der Turbine ausüben würde, ist es erforderlich, daß die Lage des Endelementes der Trennschaufel des Leitrades, die Lage des Anfangselementes der Trennschaufel des Laufradausgußraumes sich dem Anfangs- bezw. Endpunkt der Laufradschaufel anschließen, daß also die Raumtrennung gewissermaßen nach dem relativen Wasserwege erfolge. Entsprechend der pulsierenden Energieübertragung wird auch das auf die Turbinenwelle übertragene Drehmoment nicht in dem Maße konstant sein, wie dies bei anderen Vollstrahlturbinen der Fall ist. Hinsichtlich der Regelung ist zu beachten, daß zur Erhaltung der Gefällsteilung die Druckverhältnisse in der Turbine für jede beliebige Leitschaufelstellung tunlichst zu erhalten sind. Es wird sonach das Regelgetriebe beider Leitradhälften miteinander zu verbinden sein, geradeso, als ob die Regelung einer normalen Turbine entspräche. Um an den Druckübergangsstellen den Abdichtungsschwierigkeiten eines innen liegenden Regelringes zu begegnen, wird man die Regelung mit Vorteil als Außenregelung ausbilden. Die Umkehrung der einrädrigen Verbundturbine ist die einrädrige mehrstufige Kreiselpumpe. Werden die Kreiselpumpen zumeist mit feststehenden Leitschaufeln ausgeführt, so entfällt bei denselben jede mit beweglichen Leitschaufeln in Zusammenhang stehende Erschwerung. Die einrädrige Verbundturbine und die einrädrige zwei- oder mehrstufige Kreiselpumpe werden insbesondere in jenen Fällen eine Bedeutung erlangen, wo die Preisfrage der Kraftmaschine ausschlaggebend ist, die Frage des höchst erreichbaren Wirkungsgrades hingegen mehr in den Hintergrund tritt. Auch die Platzfrage findet eine günstige Lösung, da in achsialer Richtung eine Kürzung der Baulänge erzielt wird.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, H. 1 u. 2, 1918.)

Meßapparate und Meßmethoden.

Ein Hitzdrahtvakuummeßgerät, insbesondere zur Bestimmung des Druckes in Quecksilberdampfgleichrichtern gibt Dr. Wm. Tschudy an. Der Apparat beruht auf dem von Pirani zuerst angegebenen und von Hale ausgearbeiteten Prinzip, nach welchem der Wärmeverlust eines erhitzten Drahtes in dem zu messenden Vakuum von dem Druck des Gases abhängig ist. Es wird also die Birne einer elektrischen Glühlampe mit dem auf seinen Druck zu messenden Gleichrichterbehälter in Verbindung gebracht und der Widerstand der Lampe mittels einer Kohlrauschschen Brückenanordnung gemessen. Der Gleitkontakt am Meßdraht der Brücke muß solange verstellt werden, bis das Galvanometer stromlos ist. Aus den Widerständen ist dann der Widerstand der Lampe zu berechnen, dem ein bestimmter Druck im Behälter entspricht. Die Eichung kann so erfolgen, daß man den Gleitkontakt am Meßdraht längs einer Skala verschiebt, die in Werten des mittels eines bekannten Mc. Loed-Vakuummessers bestimmten Druckes geeicht ist. Verfasser ändert das Meßverfahren dahin, daß er für einen bestimmten Meßbereich, zum Beispiel von 10^{-3} bis 10^{-2}, den Gleitkontakt feststellt und das Galvanometer mit einer Skala versieht, um den Nadelausschlag zu messen, der sich für einen bestimmten Druck innerhalb dieses Bereiches ergibt. Diese Methode der direkten Ablesung ist viel einfacher. Ist der Zeiger des Galvanometers am Ende der Skala und soll ein höherer Druck gemessen werden, so verschiebt man den Gleitkontakt so lange, bis der Zeiger wieder am Anfang der Skala steht und hält ihn dort fest; nunmehr gilt eine zweite Skala für den Galvanometerzeiger, im Meßbereich von 10^{-2} bis $2 \cdot 10^{-2}$ usw. Die Verschiebung des Gleitkontaktes erweitert also den Meßbereich jeweils um ein Vielfaches, ähnlich wie bei Strommessungen die Nebenschließung des Galvanometers. Als Meßlampe soll eine 10 W-Lampe mit leichtem Federgestell, aus einem sehr dünnen Draht von Material mit hohem Temperaturkoeffizienten dienen; der Kontakt zwischen Faden und Fadenhalter muß sehr gut sein. Die Temperatur des Lampenfadens soll zwischen 100 und 200° liegen, sein Widerstand 40 Ω betragen; die Lampenbirne ist aus sehr hartem Glas herzustellen. Die Außentemperatur muß ohne Einfluß auf die Lampe bleiben. Andernfalls kann das Instrument zur Temperaturmessung benutzt werden als Vakuum-Widerstandsthermometer; die Skala wird dann in Temperaturgraden geeicht.

Der Verfasser hat auch eine von der Firma Heraeus angegebene Methode zur Druckmessung benutzt. In den Behälter wird ein Thermoelement Eisen-Konstantan eingeführt und durch eine glühende Platinspirale erhitzt. Man mißt nun die EMK des Thermoelements nach irgend einer Methode und beobachtet die Änderungen derselben mit der Änderung des Druckes des das Thermoelement umgebenden Gases. Auch hier ist die Kohlrauschsche Brücke mit der vom Verfasser angegebenen Multiplikationsanordnung benutzt worden. (E. T. Z. 39, Heft 24, 1918.)

Elektrische Beleuchtung.

Formel zur Berechnung der Lebensdauer von Glühlampen. H. A. Snow. Die Lebensdauer L der Glühlampen kann man nach Erreichen eines konstanten Brennzustandes ermitteln, wenn man das Produkt der Anzahl n aller angeschlossenen Glühlampen mit der Zahl der Brennstunden T durch die Anzahl N der ausgebrannten Lampen dividiert. Also $L = \frac{n \cdot T}{N}$. Multipliziert man Zähler und Nenner

Digitized by Google

mit der von einer Lampe aufgenommenen Energie in kW, so erhält man die einfache Beziehung

$$L = \frac{\text{kWh in einer bestimmten Zeit verbraucht}}{\text{Zahl der in dieser Zeit ausgebrannten Lampen} \times \text{Verbrauch einer Lampe in kW.}}$$

(Electr. World 71, Nr. 25, 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über Erregung elektromagnetischer Schwingungskreise durch Beladen mit magnetischer Energie. Hermann Wiesinger, Göttingen, hat die Methode, ein elektromagnetisches System dadurch zum Schwingen zu bringen, daß man einen in seiner Induktivität fließenden Strom unterbricht, in bezug auf ihren Wirkungsgrad untersucht und gefunden, daß dieser im allgemeinen außerordentlich klein ist. Der Unterbrechungsvorgang wurde mit Hilfe der Braunschen Röhre analysiert und dabei festgestellt, daß die an der Unterbrechungsstelle auftretenden Funken die Ursache des schlechten Wirkungsgrades dieser Schwingungserregung darstellen. Die Methode der Braunschen Röhre wurde auch dazu benutzt, den Einfluß der verschiedenartigsten Versuchsbedingungen auf das Auftreten der Unterbrechungsfunken zu studieren und speziell durch Anwendung der Methode der kritischen Stromstärken, also durch Ermittlung derjenigen unterbrochenen Stromstärken, bei welchen unter den jeweiligen Versuchsbedingungen der Unterbrechungsfunken verschwindet, konnte auch ein quantitativ entsprechendes Bild jener Vorgänge und Einflüsse gewonnen werden. Ferner ließ sich zeigen, daß die untersuchte Methode der Schwingungserregung als Ausschaltevorgang eines gekoppelten Systems von zwei Freiheitsgraden angesehen werden kann. Unter bestimmten vereinfachenden Annahmen konnte auch eine die Beobachtungen bis in alle Einzelheiten wiedergebende mathematische Theorie des Vorganges entwickelt werden, und zwar auf der Basis einer von Heaviside angegebenen und von K. W. Wagner ausgestalteten mathematischen Betrachtungsweise. Aus den Ergebnissen lassen sich wichtige Folgerungen für die Theorie und Praxis der Induktionsapparate ziehen. (Ann. d. Phys. 55, 401, 1918.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

(Schluß von Heft 35, Seite 412.)

Elektrische Gaslampen.

Eine Reihe von Anordnungen hat Dr. Franz Skaupy in Berlin unter Schutz gestellt.

Bei der Gaslampe nach dem D. R. P. Nr. 286 753*) besteht eine erfindungsgemäße Ausgestaltung darin, ein Eindringen von Teilen des Kathodenmaterials in das Leuchtrohr durch eine röhrenförmige Verbindung des letzteren mit dem Kathodenbehälter zu verhindern, welche wesentlich enger ist als dieser Behälter und die geradlinige Verbindung zwischen dem Kathodenlichtpunkte und dem Leuchtrohr abschneidet. (D. R. P. Nr. 292 921.)

Nach einer zweiten Verbesserung der Lampe nach dem D. R. P. Nr. 286 753 sind an einer oder beiden Elektroden nach unten offene, in bei nicht betriebener Lampe starres Elektrodenmaterial hineinreichende Schutzeinsätze angeordnet, die von diesen festgehalten werden. Die Schutzeinsätze stehen an ihren in das Elektrodenmaterial hineinreichenden Enden von der Wandung des Elektrodenbehälters so weit ab, daß ein Ringraum gebildet wird, dessen Weite kapillares Aufsteigen des Elektrodenmetalls zwischen dem Schutzeinsatz und dem Elektrodenbehälter verhindert. (D. R. P. Nr. 296 853.)

Nach einer weiteren Erfindung enthält die Gaslampe neben dem leuchtenden Gas oder Dampf ein indifferentes, an der Leuchtwirkung nicht wesentlich teilnehmendes Gas, zum Beispiel Argon oder Gasgemisch von so hohem Druck, daß der Lichtbogen entweder für sich oder nach Zumischung eines leuchtenden Dampfes sich deutlich einschnürt. (D. R. P. Nr. 300 976.)

Schließlich rührt vom selben Erfinder noch eine Schaltanordnung zur Zündung mehrerer elektrischer Gas- oder Dampflampen oder einer mehrarmigen Lampe mittels eines gemeinsamen elektromagnetischen Vakuumunterbrechers her. Erfindungsgemäß ist die in den gemeinsamen Stromweg der Lampe, bezw. Lampenarme eingeschaltete Magnetspule des Vakuumunterbrechers hinsichtlich der Windungszahl derart bemessen, daß sie erst durch den über alle Lampen, bezw. Lampenarme gehenden Magnetstrom in einem der dauernden Unterbrechung entsprechenden Maße erregt wird. (D. R. P. Nr. 302 020.)

Um elektrische Gaslampen für Wechselstrombetrieb geeignet zu machen, kann man gemäß einer Erfindung von Heinrich Danzer in Wien in der Weise vorgehen, daß in der Lampe selbst ein Gleichrichter eingebaut ist, um die Lampe unmittelbar an ein Wechselstromnetz anschließen zu können. Als Gleichrichter kann ein Wehneltsches Ventil verwendet werden, das gleichzeitig die Elektroden der Lampe bildet. Die gleiche Wirkung kann auch durch verschieden große Ausgestaltung der Elektroden bewirkt werden. (D. R. P. Nr. 291 621.)

*) E. u. M. 1916, Seite 544; E. u. M. 1918, Heft 35, Seite 389.

Vom selben Erfinder rührt ein Verfahren zur Herstellung von elektrischen Edelgaslampen mit Alkalimetallelektroden her. Es besteht darin, daß von der Ingebrauchnahme der Lampe die Innenwandung des Leuchtrohres oder eine in dessen Innerem angeordnete Fläche ganz oder teilweise mit einem schwachen, die Lichtausstrahlung nur unwesentlich beeinträchtigenden metallischen oder metalloidischen Beschlag versehen wird, um das Angehen der Lampe zu erleichtern und die Betriebssicherheit zu erhöhen. Dieser Beschlag kann dadurch erhalten werden, daß man das metallische oder metalloidische Elektrodenmaterial von der eigentlichen Ingebrauchnahme der Lampe über die Elektrodengefäße hinaus teilweise verdampfen oder zerstäuben läßt. (D. R. P. Nr. 299 540.)

Eine Erfindung der Firma Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin betrifft eine elektrische Gaslampe, die nur so viel Gas enthält, daß die Stromstärke auf diejenige des Sättigungsstromes begrenzt ist, so daß die Lampe ohne Vorschaltwiderstand brennen kann. Erfindungsgemäß wird die Gasfüllung dauernd durch Stoffe aufrechterhalten, die bei den in der Lampe beim Brennen vorhandenen Temperaturen einen bestimmten Dampfdruck haben. Eine solche Substanz ist zum Beispiel Quecksilber. Bringt man flüssiges Quecksilber in eine hoch evakuierte Entladungsröhre und erhitzt die Kathode dieser Röhre galvanisch auf Weißglut, so erhält man bei beliebiger Entfernung der Elektroden einen Strom von mehreren Zehntel Ampere, der ohne Vorschaltwiderstand dauernd bestehen bleibt und das Gas zu hellem Leuchten bringt. (D. R. P. Nr. 295 858.)

Eine elektrische Gaslampe mit Glimmentladung hat Dr. Fritz Schröter in Berlin-Schmargendorf unter Schutz gestellt. Durch passende Abmessung des Kathodengefäßes und der Kathodenfläche wird dafür gesorgt, daß der Kathodenfall anormal ist. Es hat sich nämlich gezeigt, daß man mit Hilfe des anormalen, mit der Stromstärke stark anwachsenden Kathodenfalles der Lampe eine Spannungskurve erteilen kann, welche, im Gegensatz zu den, den selbständigen Glimmstrom- oder Bogenentladungen eigentümlichen Spannungscharakteristiken, einen Anstieg mit wachsender Stromstärke zeigt. Eine derartige Lampe kann also ohne Vorschaltwiderstand unmittelbar an das Netz angeschlossen werden, da infolge der steigenden Spannungskurve der Strom nicht über einen vorbestimmten Wert wachsen kann, bei welchem die Klemmspannung der Lampe gleich der Netzspannung wird. Lediglich zur Sicherung gegen Überspannungen oder Überhitzung kann ein kleiner, wenig Energie verzehrender Sicherungswiderstand vor die Lampe geschaltet sein. (D. R. P. Nr. 296 696.)

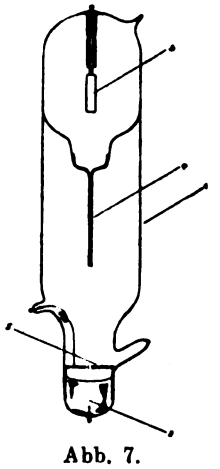


Abb. 7.

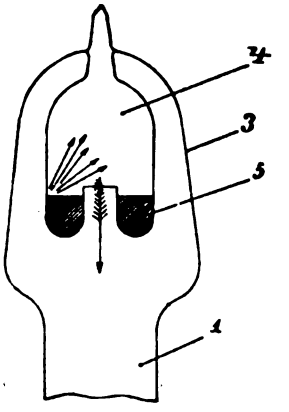


Abb. 8.

Eine andere Erfindung des letztgenannten Erfinders betrifft eine elektrische Glühlampe mit einer durch eine Entladung erhitzten, lichtausstrahlenden Glühkapillare. Bei derartigen Lampen tritt infolge der ungleichen Erwärmungsverhältnisse im Kathoden- und Anodenraum die Erscheinung auf, daß das Kathodenmetall als leitender Dampfstrahl durch die Glühkapillare in den Anodenraum hinüberdestilliert. Die Erfindung vermeidet diesen Übelstand dadurch, daß die Heizentladung innerhalb der Glühkapillare nicht durch den bei der Abkühlung wieder kondensierbaren Dampf des Kathodenmetalles gebildet wird. Es wird vielmehr ein bei Zimmertemperatur flüchtiges Gas unter verringertem Druck in die Lampe hineingebracht und das verdampfte Kathodenmetall bereits vor der Kapillare wieder völlig verdichtet, so daß die zur Heizung der Kapillare dienende Entladung im Innern derselben nur aus Gasteilchen gebildet wird und ein Transport des Kathodenmetalles in den Anodenraum hinein unmöglich ist. Das Entladungsgefäß 1 enthält die Anode 2 und die aus verdampfbarem Metall bestehende Kathode 3. Die Leuchtkapillare 4, zum Beispiel aus Zirkonoxyd, wird durch die hindurchschlagende Entladung erhitzt. Die Verdichtung des Kathodendampfes erfolgt dadurch, daß dem von der Kathode aufsteigenden Strom wärmeableitende Hindernisse, zum Beispiel die metallische Blende 5, in den Weg gestellt werden und ferner dadurch, daß der Querschnitt der Entladung durch entsprechende Formgebung des Gefäßes stark erweitert wird, ehe die Entladung in die Kapillare hineintritt. Die Lampe muß so gebaut sein, daß der Dampf des Kathodenmetalls sich nicht an den zum Lichtaustritt bestimmten Stellen verdichtet. Dies wird erreicht, indem die Gefäßwand in der Umgebung der Glühkapillare letzterer so nahe ist, daß die Temperatur dort den Verdampfungspunkt des Kathodenmetalls bei dem herrschenden Gasdruck übersteigt. Zum Betriebe mit Starkstromspannungen werden zur Füllung Edelgase ver-

Digitized by Google

wendet, welche besonders niedrige Entladungspotentiale ergeben und es wider Erwarten ermöglichen, der Glühkapillare beträchtliche Längen zu geben (Abb. 7). (D. R. P. Nr. 302 857.)

Eine elektrische Gaslampe mit Lichtbogenentladung wurde von der Firma Julius Pintsch Akt. Ges. in Berlin angegeben. Das Beschlagen des Leuchtrohres durch verdampftes Kathodenmetall wird unter Weglassung von Prallflächen dadurch vermieden, daß die Spritzrichtung der kathodisch verstäubten Metallteilchen so gelegt wird, daß dieselben, anstatt sich nach dem Leuchtrohr hin zu bewegen, sich vielmehr von ihm fortbewegen. Das zylindrische Leuchtrohr 1 trägt in einer Erweiterung 3 am oberen Ende den Katbodenbehälter 4 mit dem Kathodenmetall 5. Der Lichtbogen geht von der Berührungsstelle des Kathodenmetalls 5 mit der Innenwand des Behälters 4 aus. Das Pfeilbündel zeigt die Spritzrichtung der zerstäubten Metallteilchen an; diese Richtung bildet mit der durch den gefiederten Pfeil angegebenen Richtung des Leuchtrohres mehr als einen rechten Winkel. (D. R. P. Nr. 303 183.)

Quecksilberdampflampen.

Dr. F. Wolf-Burckhardt in Berlin schlägt vor, einen direkten Wärmeaustausch zwischen den beiden Polgefäßen der Quecksilberdampflampe dadurch zu erreichen, daß die beiden Polgefäße ineinander gelegt werden. Dadurch ist es möglich, daß das flüssige Elektrodenmetall des einen Polgefäßes das andere umspült. Auf diese Weise wird verhindert, daß zufolge der verschiedenen Wärmeentwicklung Quecksilber von der Anode zur Kathode überdestilliert. Die beiden Polgefäße erhalten eine flache Form und damit eine größere Berührungsfläche miteinander. (D. R. P. Nr. 299 965.)

Derselbe Erfinder ordnet die Stromzuleitung am Ende eines Kapillarrohres an, das mit dem eigentlichen Polgefäß in Verbindung steht. Die Kapillare bewirkt, daß das Quecksilber bei Neigung der Lampe sich von den Stromzuleitungen nicht trennen kann, weil es darin durch Reibungen verhindert wird. Dadurch wird der Übelstand vermieden, daß bei starker Neigung der Lampe an den Enden der Zuleitung ein Lichtbogen auftritt, der die Lampe gefährdet. (D. R. P. Nr. 303 622.)

An dieser Stelle soll auch die in Abb. 9 dargestellte Dampflampe von P. K. Devers in Lynn (Mass.) beschrieben werden. Um den Lichtbogen zwischen den Elektroden 2 zu zünden, wird der Raum in dem Glasbehälter ionisiert. Zu diesem Zweck dient die Wolfram-Drahtspirale 10, die über Solenoid 18 und Schalter 26 an den Autotransformator 15 angeschlossen ist. Die Spirale 10 mit Ansatz 11 wird glühend und bringt das in dem Behälter 8 befindliche Quecksilber zum Verdampfen. An Stelle des Quecksilbers kann ein Amalgam eines Alkalimetalls, wie Na, K, Rb verwendet werden. Die Dämpfe ionisieren den Raum zwischen den Elektroden 2, so daß ein Lichtbogen überspringt, dabei wird der Schalter 26 geöffnet und mithin die Heizspirale 10 stromlos. Bei Quecksilberdampf ist die Zündspannung 200 V, die Betriebsspannung bei 12 A 15 V; bei Alkalidämpfen genügen 75 V als Zündspannung. Im letzteren Falle muß dafür Sorge getragen werden, daß das Glas den Alkalidämpfen widersteht. Der Behälter kann mit einem inerten Gas, wie Stickstoff, Argon, Neon, Krypton von wenigen mm Quecksilbersäule gefüllt werden. Während des Brennens des Lichtbogens wird das Gas durch die entwickelten Dämpfe in einen Raum oberhalb der Einschnürung 9 hineingedrückt. (Brit. P. Nr. 104 674.)

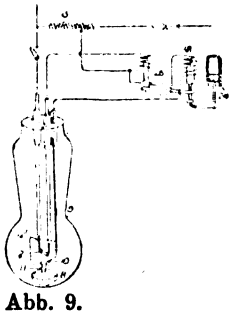


Abb. 9.

Die Eigenschaft von Quecksilberdampflampen, ultraviolette Strahlen in großer Menge auszusenden, ermöglicht ihre ausgedehnte Verwendung zum Sterilisieren, insbesondere von Trinkwasser. Aus der reichhaltigen Patentliteratur der letzten Jahre seien nachstehend einige wichtige Patente angeführt.

Die Siemens & Halske A. G. in Berlin und Wien hat durch eingehende Versuche erkannt, daß die Herstellung und Verarbeitung von trübem Quarzglas für die Lampen eine wesentlich einfachere ist, als die des durchsichtigen. Die Röhre kann durch Ziehen oder Pressen aus dem Material hergestellt werden. Das Material wird homogener und fester und man kann auch größere Lampen daraus herstellen. Mithin wird der Betrieb zur Sterilisierung des Wassers ein wirtschaftlicher, weil die Lampen haltbarer sind und geringe Reparaturkosten veranlassen. (Ö. P. Nr. 64 869.)

Die Firma gibt einen Sterilisierapparat in Verbindung mit der Wasserleitung an, der dadurch gekennzeichnet ist, daß durch einen Handgriff der Strom für die Quecksilberdampflampe ein- und ausgeschaltet, der Wasserzufluß geöffnet und abgesperrt und endlich auch die Lampe, die im Innern eines Behälters zur Aufnahme des Wassers angeordnet ist, durch Kippen des Behälters und mithin der Lampe gezündet wird. Wird durch den Handgriff der Wasserzufluß abgesperrt und der Handgriff losgelassen, so bringt eine Feder die Schaltapparate in die Offenstellung, so daß die Lampe abgeschaltet ist. (Ö. P. Nr. 63 957.)

Die Firma hat ferner durch Versuche festgestellt, daß es für Zwecke der Sterilisierung von Wasser wesentlich vorteilhafter wäre, den Dampfdruck in der Quecksilberdampflampe, die im Wasser angeordnet ist, möglichst niedrig zu halten, und zwar auf wenige Millimeter Hg-Säule. Dies wird durch eine besondere Konstruktion der Lampe erreicht. Das Leuchtrohr der Lampe wird von einem luftleer gemachten Quarzmantel umgeben. An das Rohr setzen sich nach abwärts gekröpfte Ansätze an, die nicht von dem Quarzmantel umgeben sind und an diese Ansätze schließen sich die Elektrodengefäße an, die Quecksilber oder Amalgam enthalten und mit den in das Wasser führenden Stromzuleitungen verbunden sind. Durch diese starke Kühlung des Elektrodenmaterials wird der Dampfdruck niedrig gehalten. (D. R. P. Nr. 271 936.)

Von L. V. Henii, Dr. A. Helbronner in Paris und Dr. M. v. Recklinghausen in Bas-Meudon wird eine Vorrichtung zur Behandlung von Flüssigkeiten unter Druck mittels ultravioletter Strahlen der Quecksilberdampflampen angegeben. Es hat sich gezeigt, daß bei einem höheren Druck, dem die Lampe ausgesetzt ist, das erhitzte Quarzgefäß für Gase durchlässig ist und außerdem die Verbindung mit den Leitungsdrähten nicht dicht hält. Die Erfinder treffen die Einrichtung, daß sie in dem Behälter eine gesonderte, röhrenförmig ausgestaltete, dem Behälter der Länge nach durchsetzende Kammer aus einem die Strahlen durchlassenden Material anordnen. Die Quecksilberdampflampe wird mit ihrem röhrenförmigen Teil in geeigneter Weise in die Kammer eingeführt. Bei einer anderen Ausführungsform werden in die Wandung der Wasserleitung Fenster oder Kanäle eingelassen, die aus strahlendurchlässigem Material bestehen. In diese Kanäle werden die Dampflampen eingestellt, so daß das durchströmende Wasser der Einwirkung der ultravioletten Strahlen ausgesetzt wird. Es wird ferner die Einrichtung getroffen, daß die röhrenförmige Dampflampe von drei keilförmigen Behältern umgeben ist, die ihre Schmalseite dem Lampenrohr zukehren; die Behälter sind so verbunden, daß die Flüssigkeit jeden derselben in einem kurvenförmigen Weg durchsetzt. Handelt es sich darum, Weißwein die Charakteristika des Alters zu verleihen oder verschiedene chemische Reaktionen in Flüssigkeiten mit Hilfe ultravioletter Strahlen durchzuführen, so empfehlen die Erfinder, die durchfließende Flüssigkeit eine kreisende Bewegung um das Röhrenfenster machen zu lassen und dabei gegebenenfalls auch eine pendelnde Bewegung von und zu der Lampe. Dadurch wird die Flüssigkeit bei ihrem Durchfluß durch die Vorrichtung in sehr großer Nähe zu dem röhrenförmigen Fenster aus strahlendurchlässigem Material gebracht; innerhalb desselben ist die Lampe herausnehmbar gelagert. Die Flüssigkeit wird somit dort den Strahlen größter Stärke ausgesetzt und durch die kreisenden Bewegungen werden sicher alle Bakterien in der Flüssigkeit zerstört. (Ö. P. Nr. 66 153, 66 154, 66 155.)

Eine von M. v. Recklinghausen in Paris angegebene Sterilisiervorrichtung kennzeichnet sich dadurch, daß die zu sterilisierende Flüssigkeit in einer um die Lampe angeordneten geschlossenen Schlange aus Quarz fließt, welche ihrerseits von einer reflektierenden Hülle umgeben ist, letztere führt die sie treffenden Strahlen der Quarzlampe zurück; dadurch wird eine billige einfache und für den Hausgebrauch geeignete Sterilisiervorrichtung geschaffen, die vollkommen die ultravioletten Strahlen ausnutzt. (D. R. P. Nr. 271 144.)

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Stromwärme in Drehstromkollektorankern.

In Heft 30, Seite 339, bringen Sie einen Auszug aus dem in der E. T. Z., Heft 19, erschienenen Aufsatz von Dipl. Ing. Max Ernst über „Stromwärme in Drehstromkollektorankern". Ich möchte mir erlauben, darauf hinzuweisen, daß sich die mitgeteilten Resultate in der Hauptsache bereits in meiner Arbeit „Einige Diagramme zum Mehrphasen-Reihenschlußmotor" in E. u. M. 1915, Seite 208, Formeln 21) und 21 a) angegeben finden.

Wien, 6. August 1918. *Dr. R. Moser.*

Erwiderung.

Es war mir bisher nicht bekannt, daß über die Abhängigkeit der Stromwärme vom Bürstenwinkel bei Sechsbürstenschaltung bereits eine Veröffentlichung vorlag; bei meinen Studien über diesen Gegenstand im Sommer 1914 fand ich in der Literatur nichts, und auch später ist mir dieser Abschnitt in der Arbeit des Herrn Dr. Moser entgangen. Ich glaubte daher, die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf Tatsachen lenken zu dürfen, die für die Praxis jedenfalls einige Bedeutung haben, wobei ich freilich annahm, daß die Ergebnisse wohl manchem auf diesem Gebiete Arbeitenden, aber nicht allgemein bekannt seien. So war der Zweck meiner Arbeit, die Allgemeinheit durch eine einfache und leichtfaßliche Ableitung damit bekannt zu machen.

Essen, 25. August 1918. *M. Ernst.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
22. September 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 38.
36. Jahrgang.

INHALT:

Der Einschaltestrom des Transformators. Von Dipl. Masch.-Ing. Alexander Zelewski. . 425

Die Jahresversammlung der Vereinigung amerikanischer Elektrizitätswerke (National Electric Light Association) 429

Rundschau 430

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 432

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Der Einschaltestrom des Transformators.

Von Dipl. Masch.-Ing. **Alexander Zelewski**, Budapest.

Herr Dr. M. Vidmar hat sich in den letzten Jahren die verdienstvolle Mühe genommen, eine Reihe von Fragen, welche auf der Tagesordnung des Transformatorbaues standen, herauszugreifen, sie dem allgemeinen Verständnis näher zu bringen und in anschaulicher packender Art zu lösen.

In seinem letzten Aufsatz behandelt Vidmar die Frage des Einschaltstromes eines Transformators*), welche nicht nur ein gewisses theoretisches Interesse beansprucht, sondern, wegen der Schutzmaßregeln die zur Vermeidung übermäßig großer Stromstöße anzuwenden sind, von hervorragender praktischer Bedeutung ist.

Die auffallenden Schlußfolgerungen jedoch, zu denen Vidmar kommt, veranlaßten eine nähere Prüfung des Gedankenganges, und es ergab sich, daß dieselben teilweise in einem nicht ganz einwandfreien Ansatz im theoretischen Teil, teilweise aber in der zu großen Bedeutung, die gewissen Erscheinungen zugeschrieben wurden, ihre Erklärung finden.

Vernachlässigungen sind meistens nicht nur zulässige, sondern, wie im vorliegenden Falle, notwendige Kunstgriffe, um, wenn man die allgemeine Grundgleichung aufgestellt hat, diese auch tatsächlich quantitativ zu lösen und der Rechnung zugänglich zu machen. Zuweilen sind Vernachlässigungen vom Hause aus, das heißt schon bei der Aufstellung der Frage erforderlich. Die gewonnene Lösung ist eine erste Annäherung und wird im allgemeinen ein um so treueres Bild des wirklichen Vorganges geben und um so brauchbarere Ziffernwerte liefern, je unwichtiger die Rolle des Vernachlässigten war. Oft dient diese erste Lösung nur als Stufe, um eine genauere oder die genaue Lösung zu erleichtern und die Resultate durchsichtiger zu gestalten. Zuweilen wiederum kommt es, hauptsächlich für den praktischen Ingenieur, auf die genaue Lösung gar nicht an, sondern es genügt, gewisse Grenzwerte aufzufinden, innerhalb welcher die Erscheinungen sich abspielen müssen. In solchen Fällen wäre es ein müßiges Beginnen, wollte man in umständlichen Formeln Forderungen kleiden, welchen nur in sehr grober Annäherung entsprochen werden kann und darf. Wichtig jedoch ist, bei jeder vereinfachenden Vernachlässigung, daß sie mit größter Vorsicht und mit vollem Bewußtsein in die Rechnung eingeführt wird, das heißt mit besonderer Betonung und mit besonderer Berücksichtigung, wenn aus den Endergebnissen brauchbare Schlußfolgerungen zu ziehen sind.

Prüft man von diesem Gesichtspunkte aus den Vidmarschen Aufsatz, so erkennt man sofort, daß die Grundgleichung 1) in ihrer allgemeinen Aufstellung, das heißt ohne irgend welche ausdrücklich vorausgesetzte Vernachlässigung, nicht ganz einwandfrei ist.

*) E. u. M. 1918, Heft 24.

Ganz abgesehen von der Unzulässigkeit einer stillschweigenden Vernachlässigung, ist eine solche im vorliegenden Falle gar nicht erforderlich, da die Grundgleichung weder an Handlichkeit noch Durchsichtigkeit leidet, wenn man sie in unverstümmelter Form aufschreibt.

$$E \sin(\alpha + \omega t) = L \frac{dJ}{dt} + w\,Fe\,10^{-8} \frac{dB}{dt} + J R \quad . \quad 1),$$

wo L den Selbstinduktionskoeffizienten der primären eisenkernlosen Spule bedeutet.

Dieser Selbstinduktionskoeffizient ist meistens sehr groß, da die Gegenwirkung der Sekundärspule fehlt, und der ihm entsprechende Spannungsabfall, das heißt jener, der bei Vollaststrom erzeugt werden würde, beträgt deshalb auch ein Mehrfaches des Ohmschen Spannungsabfalles und einen ganz ansehnlichen Teil der normalen Klemmenspannung.

Der hier in Betracht kommende Spannungsabfall

$$\delta_s E = \omega L J_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

kann durch die Rechnung, auf Grund der geometrischen Abmessungen der Spule, verhältnismäßig einfach und mit großer Genauigkeit ermittelt werden, kann jedoch wann immer an den ohne Eisenkern zusammengestellten Spulen auch unmittelbar gemessen werden.

So umschrieben und gemessen enthält die Selbstinduktion auch die Kraftlinien des magnetischen Feldes im Eisenkern und es müßte in der Grundgleichung 1) das Glied, welches die gegenelektromotorische Kraft der Fluxveränderung im Eisenkern angibt, nicht die ganze Induktion, sondern nur den um die Feldstärke verringerten Teil derselben enthalten.

Bis zu den höchsten Sättigungen ist die Abweichung jedoch derart gering, daß durch diese Ungenauigkeit keine fühlbare Abweichung in dem Schlußergebnis zu erwarten ist.

Der Selbstinduktionskoeffizient eines einzelnen Spulensystemes spielt eine große Rolle bei Transformatoren, deren Schenkel nicht gleichmäßig belastet werden, die unliebsame, zuweilen sehr große Spannungsverschiedenheit, welche durch denselben hervorgerufen würde, hat zu der Spulenvermischung und zu der Dreiecksternschaltung Anlaß gegeben.

Als Bezugstransformatoren für die weitere Rechnung wurde ein kleiner Transformator von etwa 50 kVA, mit einem primären induktiven Spannungsabfall von etwa 6% und einem Ohmschen Spannungsabfall von etwa 1·5%, ferner ein größerer Transformator von etwa 1500 kVA mit 10% bezw. 0·8% und der von Vidmar untersuchte Großtransformator von 16 000 kVA mit 14·5% bezw. 0·5% Spannungsabfall, herangezogen.

Digitized by Google

Man erkennt, daß der oben definierte induktive Spannungsabfall bei kleinen Transformatoren verhältnismäßig kleiner ist als wie bei großen, die theoretische Forderung wäre, daß in einer Serie geometrisch ähnlich gebauter Transformatoren mit konstanten Beanspruchungen δ_s mit den Abmessungen im einfachen Verhältnisse anwachse. In Wirklichkeit wächst δ_s bedeutend langsamer, weil weder die geometrische Ähnlichkeit, noch die Konstanz der Beanspruchungen genau erfüllte Voraussetzungen sind.

Die Grundgleichung kann nunmehr einfach

$$\omega \sin(\alpha + \omega t) = \delta_s \frac{d}{dt}\frac{J}{J_n} + \frac{d}{dt}\frac{B}{B_n} + \omega \delta_r \frac{J}{J_n} \quad 3)$$

geschrieben werden, wenn

$$\delta_r E = R J_n$$

der Ohmsche Spannungsabfall bei Vollaststrom.

Zur weiteren Abkürzung setze man:

$$\frac{J}{J_n} = x, \quad \frac{B}{B_n} = y \quad \ldots\ldots 4),$$

wo also x angibt, um wievielmal größer der Einschaltstrom als der Vollaststrom ist und y um wievielmal die Induktion während der Einschalteperiode größer als die im normalen Betriebe ist, das heißt x und y charakterisieren die Abweichung vom normalen Vollastbetrieb, unabhängig von Windungszahlen oder anderen den jeweiligen Transformator kennzeichnenden Stücken.

Die allgemeine Form der Grundgleichung ist demnach:

$$\omega \sin(\alpha + \omega t) = \delta_s \frac{dx}{dt} + \omega \delta_r x + \frac{dy}{dt}. \quad 5).$$

Um nun diese Gleichung zu lösen, müßte der funktionelle Zusammenhang zwischen der Stromveränderlichen x und der Magnetisierungsveränderlichen y bekannt sein; dieses ist jedoch nicht der Fall, da nur empirisch bestimmte Magnetisierungskurven angegeben sind, welche die allgemeine formale Lösung der Gleichung nicht zulassen.

Auf diesen Umstand macht ebenfalls Vidmar besonders aufmerksam und versucht im Sinne der schon erwähnten praktischen Auffassung der Frage durch entsprechende vereinfachende Vernachlässigungen brauchbare Annäherungen zu gewinnen.

In der neuen Fassung der Grundgleichung bildet sich jedoch, im Gegensatz zu der Vidmarschen Annahme des widerstandslosen Transformators und in Anbetracht der zu erwartenden hohen Sättigungen, ganz unwillkürlich als erstes der Gedanke, den Einschaltstrom für den eisenkernlosen Transformator zu ermitteln, denn es ist offenbar klar, daß der wirkliche Einschaltstrom am vollständigen Transformator unter keinen Umständen größer ausfallen wird, so gesättigt man wohl auch den Eisenkern voraussetzen mag.

Für den Transformator ohne Eisenkern entfällt jenes Glied der Grundgleichung, welches die Induktion enthält, das heißt, es wird einfach:

$$\omega \sin(\alpha + \omega t) = \delta_s \frac{dx}{dt} + \delta_r \omega x \quad \ldots 6).$$

Die allgemeine Lösung dieser Gleichung ist bekanntlich:

$$x = \frac{1}{\sqrt{\delta_s^2 + \delta_r^2}} \sin\left(\omega t + \alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) + K \varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}\omega t},$$

wo K eine noch zu bestimmende Integrationskonstante ist.

Da nun zur Zeit $t = 0$, der Transformator noch stromlos ist, also $x = 0$, folgt

$$K = -\frac{1}{\sqrt{\delta_s^2 + \delta_r^2}} \sin\left(\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right),$$

somit:

$$x = \frac{1}{\sqrt{\delta_s^2 + \delta_r^2}}\left[\sin\left(\omega t + \alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) - \varepsilon^{-\frac{\delta_s}{\delta_r}\omega t} \sin\left(\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right)\right] \quad 7).$$

Nach genügend langer Zeit verschwindet das Exponentialglied und es wird einfach

$$x = \frac{1}{\sqrt{\delta_s^2 + \delta_r^2}} \sin\left(\omega t + \alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) = A \sin\left(\omega t + \alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right),$$

wo

$$A = \frac{1}{\sqrt{\delta_s^2 + \delta_r^2}} \quad \ldots\ldots 8)$$

die Amplitude des Dauerstromes angibt.

Der Strom, der im Transformator nach dem Einschalten fließt, besteht aus zwei Teilen, der eine ist ein gewöhnlicher Wechselstrom, wie er sich eben aus den Spannungs- und Widerstandsverhältnissen des Stromkreises ergibt, der andere dagegen ist ein Strom, der im Augenblick des Einschaltens einen Höchstwert besitzt und mehr oder weniger rasch abgedämpft wird und verschwindet.

Der Einschaltstrom selber, welcher als Summe dieser Teilströme erscheint und im ersten Augenblick Null ist, steigt rasch auf einen Höchstwert, um nach kurzer oder längerer Zeit den Charakter eines normalen Wechselstromes anzunehmen.

Dieser erste Höchstwert des Einschaltstromes hängt nun von dem Phasenwinkel α, das heißt von der Netzspannung im Augenblick der Einschaltung und selbstverständlich von der Zeit, die nach der Einschaltung verfließt ab, und kann je nach der Wahl von α verschiedentlich groß ausfallen. Am allergrößten wird der Momentanwert des Einschaltstromes, wenn gleichzeitig die Forderungen:

$$\frac{\partial x}{\partial \alpha} = 0, \quad \frac{\partial x}{\partial t} = 0 \quad \ldots\ldots 9)$$

erfüllt werden, das heißt

$$\cos\left(\omega t + \alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) - \varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}\omega t} \cos\left(\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) = 0,$$

$$\cos\left(\omega t + \alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) + \frac{\delta_r}{\delta_s}\varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}\omega t} \sin\left(\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) = 0.$$

Ein weiterer Vergleich dieser Forderung zeigt, daß

$$-\cos\left(\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) = \frac{\delta_r}{\delta_s}\sin\left(\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right),$$

oder

$$\alpha - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r} = -\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}$$

sein muß, das heißt

$$\alpha = 0 \quad \ldots\ldots 10).$$

Unabhängig von den Induktions- oder Widerstandsverhältnissen der Spule ist der ungünstigste Augenblick, den Transformator einzuschalten, jener, in welchem die Spannung gerade den Nullwert erreicht.

Digitized by Google

Diesen Wert für den Phasenwinkel berücksichtigt, wird die Gleichung für den Einschaltstrom des einzelnen Transformators:

$$x = A\left[\sin\left(\omega t - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) + \varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}\omega t}\sin\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right] \quad 11).$$

Der momentane Höchstwert tritt für Zeiten auf, die sich aus

$$\cos\left(\omega t_m - \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) = \cos\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}\omega t_m}$$

bestimmen lassen.

Bevor man diese verwickelte transzendente Gleichung allgemein löst und die Höchstwerte als Funktion der Induktions- und Spannungsverhältnisse der Spule aufstellen würde, ist es interessant, für gewisse Grenzfälle die Verhältnisse näher zu untersuchen.

Für sehr kleine Widerstände, in der Grenze also

$$\delta_r \cong 0$$

wird

$$\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r} = \frac{\pi}{2},$$

somit

$$\sin\omega t_m = 0,$$

$$\omega t_m = 0,\ \pi,\ 2\pi \ldots,$$

und

$$x_m = -A(\cos\omega t_m - 1) = 2A,$$

das heißt, der höchste Stromstoß beim Einschalten erreicht nach einer halben Periode ($\omega t_n = \pi$) den doppelten Wert des Dauerstromes.

Für sehr kleine Induktionswiderstände, also

$$\delta_s \cong 0$$

wird

$$\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r} = 0,$$

somit

$$\cos\omega t_m = 0,$$

$$\omega t_m = \frac{\pi}{2},\ \frac{3\pi}{2} \ldots$$

und

$$x_m = A\sin\omega t_m = A,$$

das heißt, der fragliche Stromstoß tritt schon nach einer Viertelperiode ein und erreicht nur die Größe des Dauerstromes selber.

Es liegt auf der Hand, daß für dazwischenliegende Fälle, für welche also

$$0 < \frac{\delta_s}{\delta_r} < \infty$$

der Stromstoß beim Einschalten nach einer Viertelperiode, jedoch vor dem Ablauf der ersten halben Periode auftreten wird,

$$\frac{\pi}{2} < \omega t_m < \pi$$

und daß der Stromstoß selber zwar größer als der Dauerstrom, jedoch stets kleiner als dessen zweifacher Wert bleiben wird.

$$A < x_m < 2A.$$

An Hand der gewählten Bezugstransformatoren ist nun für den Transformator von

50 kVA	$\frac{\delta_s}{\delta_r}$	= 4
1500 „	„	= 12·5
16 000 „	„	= 29

das heißt, das maßgebende Abfallverhältnis besitzt im allgemeinen derart hohe Werte, daß, wie leicht zu erkennen, der Stromstoß kurz vor Ablauf der ersten halben Periode zu erwarten ist und daß man deshalb zweckmäßig wird

$$\omega t_m = \pi - \gamma$$

setzen können, wo γ ein kleiner Winkel sein wird.

Die aufgestellten Gleichungen werden alsdann:

$$x_m = A\left[\sin\left(\gamma + \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) + \sin\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}(\pi-\gamma)}\right]$$

$$\cos\left(\gamma + \operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\right) + \cos\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}\varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}(\pi-\gamma)} = 0$$

oder

$$x_m = A\frac{\sin\gamma}{\cos\operatorname{arctg}\frac{\delta_s}{\delta_r}},$$

$$\frac{\delta_s}{\delta_r}\sin\gamma - \cos\gamma = \varepsilon^{-\frac{\delta_r}{\delta_s}\pi}\varepsilon^{\frac{\delta_r}{\delta_s}\gamma} \quad \ldots \quad 12).$$

Weil nun γ ein kleiner Winkel zu sein pflegt, kann man ihn aus der angenäherten Gleichung

$$\gamma\frac{\delta_s}{\delta_r} - 1 = \varepsilon^{-\frac{\delta_s}{\delta_r}\pi}\left(1 + \frac{\delta_r}{\delta_s}\gamma\right),$$

das heißt

$$\gamma = \frac{1 + \varepsilon^{\frac{\delta_r}{\delta_s}\pi}}{\frac{\delta_s}{\delta_r}\varepsilon^{\frac{\delta_r}{\delta_s}\pi} - \frac{\delta_r}{\delta_s}} \quad \ldots \quad 13)$$

berechnen oder aber direkt aus nachstehender Tabelle entnehmen:

$\frac{\delta_s}{\delta_r}$	γ	$\frac{x_m}{A}$	ωt_m
1	0·858	1·07	0·727 × π
1·20	0·800	1·12	0·745 × π
1·50	0·731	1·20	0·767 × π
2	0·589	1·24	0·813 × π
3	0·450	1·37	0·857 × π
4	0·365	1·47	0·884 × π
5	0·308	1·54	0·902 × π
6	0·268	1·61	0·914 × π
8	0·211	1·68	0·933 × π
10	0·176	1·76	0·944 × π
12	0·150	1·80	0·952 × π
14	0·130	1·82	0·959 × π
16	0·115	1·84	0·963 × π
20	0·0935	1·87	0·970 × π
24	0·0788	1·89	0·975 × π
30	0·064	1·91	0·979 × π
40	0·0482	1·93	0·985 × π
50	0·0389	1·95	0·988 × π
60	0·0326	1·96	0·990 × π
∞	0	2·00	1·000 × π

Für die Bezugstransformatoren sind die Dauerströme für die eisenkernlosen Spulen:

50 kVA $A = 16·1$ facher Betriebsstrom,
1500 „ $A = 10$ „ „
16 000 „ $A = 6·9$ „ „

Der höchstmöglichste Stromstoß beim Einschalten:

50 kVA	$\frac{\delta_s}{\delta_r} = 4$	$\frac{x}{A} = 1·47$	$x = 23·6$ facher Betriebsstrom.
1500 kVA	$\frac{\delta_s}{\delta_r} = 12·5$	$\frac{x}{A} = 1·81$	$x = 18·1$
16 000 kVA	$\frac{\delta_s}{\delta_r} = 29$	$\frac{x}{A} = 1·90$	$x = 13·1$

Digitized by Google

Wie schon eingangs erwähnt, kann der Einschaltstrom am wirklichen, Eisenkern enthaltenden Transformator unter keinen Umständen größere als die hier gefundenen Werte erreichen, geschweige denn übersteigen, da der Eisenkern eine zusätzliche gegenelektromotorische Kraft liefert, welche bei starker Sättigung zwar klein, jedoch immer groß genug ist, um den Stromstoß noch wesentlicher zu mildern.

Jedenfalls erkennt man, daß der Einschaltstrom stets kleiner ausfallen wird als der Kurzschlußstrom, mit dem Unterschied, daß derselbe nur am Ende der ersten halben Periode auf äußerst kurze Zeit wirkt, da die ihn erzeugende Stromwelle rasch abgedämpft wird.

Die dämpfende Wirkung des Widerstandes läßt sich bei kleinen Transformatoren mit kleinem $\frac{\delta_s}{\delta_r}$ Verhältnis deutlich erkennen, da er den Stromstoß nicht unwesentlich verkleinert, in der Tat, wenn für die widerstandslose Spule der höchste Stromstoß den zweifachen Dauerstrom beträgt, so ist derselbe bei großen Transformatoren etwa 95% und bei kleinen kaum 75% dieses Wertes.

Eine Vernachlässigung des Widerstandes bei der Rechnung würde also die Wirkung haben, zu große Einschaltströme zu liefern, vereinfacht jedoch ganz außergewöhnlich die Rechnung und gestattet auch beim vollständigen Transformator, das heißt, unter Berücksichtigung des Einflusses des Eisenkernes, brauchbare Lösungen zu finden.

Die allgemeine Gleichung 3) gewinnt in der Tat unter Vernachlässigung des Widerstandes die einfache Form:

$$\omega \sin(\alpha + \omega t) = \delta_s \frac{dx}{dt} + \frac{dy}{dt} \quad . \; . \; 14),$$

woraus sich sofort

$$-\cos(\alpha + \omega t) = \delta_s x + y + C$$

als allgemeines Integral ergibt, wo C eine noch willkürliche Konstante ist.

Nun aber ist für

$$t = 0 \qquad x = 0 \qquad y = y_0,$$

wo

$$y_0 = \frac{B_0}{B_n}$$

die Induktion der Remanenz enthält und im äußersten Falle, wenn $B_0 = B_n$ sein sollte, den Wert $y_0 = 1$ erreicht, folglich

$$-\cos\alpha = y_0 + C$$

und

$$\cos\alpha - \cos(\omega t + \alpha) = \delta_s x + y - y_0 \; . \; . \; 15).$$

Die Winkelfunktionen erreichen, genau so wie im Falle einer eisenkernlosen Spule ohne Widerstand, ihren Höchstwert, wenn $\alpha = 0$, das heißt, die Einschaltung im Augenblick der Nullspannung erfolgt und

$$\omega t_m = \pi,$$

das heißt, nach einer halben Periode, und es berechnet sich demnach der Höchstwert des Einschaltstromes aus

$$2 = \delta_s x_m + y_m - y_0 \; . \; . \; . \; . \; . \; 16)$$

oder für y_0 sofort den denkbar ungünstigsten Wert eingesetzt.

$$\delta_s x_m + y_m = 3 \quad . \; . \; . \; . \; . \; 17).$$

Man erkennt, daß der Grenzfall Vidmars

$$y_m = 3$$

nie eintreten kann und daß der hieraus berechnete Stromstoß unbedingt zu hoch ausfallen muß, auch dann, wenn man später die Dämpfung des Spulenwiderstandes mit in Rechnung zieht.

Um Gleichung 17) zu lösen, muß ein Zusammenhang zwischen x und y gefunden werden, man kann denselben an Hand einer Magnetisierungskurve beliebig genau angeben, für den vorliegenden Zweck kann man jedoch, wie Vidmar vorschlägt, eine für sehr hohe Sättigungen geltende Näherungsformel verwenden.

Man setze zu diesem Zweck:

$$B = m + n \, . \, AW \quad . \; . \; . \; . \; . \; 18),$$

wo AW die Amperewindungen pro cm Kraftlinienweg sind, dann wird

$$y = \frac{B}{B_n} = \frac{m}{B_n} + n \frac{AW_n}{B_n} x$$

oder

$$y = \mu + \nu x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; 19)$$

in 17) eingesetzt wird

$$\delta_s x + \mu + \nu x = 3$$

oder

$$x = \frac{3 - \mu}{\delta_s + \nu} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; 20).$$

Die Normalinduktion B_n ändert sich recht wenig mit der Größe des Transformators, nimmt aber im allgemeinen mit ihr zu, das heißt μ nimmt ab.

Die Amperewindungszahl AW_n, die dem normalen Betriebsstrom entspricht, also nicht der normalen Induktion B_n, wie, um jedes Mißverständnis vorzubeugen, hier besonders hervorgehoben sein soll, nimmt dagegen mit der Transformatorgröße stark zu, beinahe proportional mit den Abmessungen selbst.

So betrug in den gewählten Bezugstransformatoren:

Bei 50 kVA $AW_n = 100$ A/cm.
1500 „ „ = 260
16 000 „ „ = 370 „

das heißt, die Vidmarschen Werte:

$$m = 16\,000 \qquad n = 10$$

zu Grunde gelegt, würde man folgendes Bild erhalten:

50 kVA Transf. $B_n = 13\,500$ $AW_n = 100$
$\mu = 1{\cdot}20$ $\nu = 0{\cdot}074$ $\delta_s = 6\%$ $x_m = 13{\cdot}5$
1500 kVA Transf. $B_n = 14\,000$ $AW_n = 260$
$\mu = 1{\cdot}15$ $\nu = 0{\cdot}185$ $\delta_s = 10\%$ $x_m = 6{\cdot}5$
16 000 kVA Transf. $B_n = 15\,000$ $AW_n = 370$
$\mu = 1{\cdot}06$ $\nu = 0{\cdot}264$ $\delta_s = 14{\cdot}5\%$ $x_m = 4{\cdot}72$.

Da der Eisenkern die Wirkung hat, die Selbstinduktion der Spulen zu vergrößern, ist zu erwarten, daß die Dämpfung des Widerstandes nicht so energisch sein wird wie die früher berechnete, jedoch gestattet die mitgeteilte Tabelle, diesen Einfluß abzuschätzen, indem man den Wert $\delta_s + \nu$ als neuen Selbstinduktionskoeffizienten in Rechnung setzt und die Dämpfung für $\frac{\delta_s + \nu}{\delta_r}$ berechnet.

Dieses Verfahren auf die Bezugstransformatoren angewandt, würde:

50 kVA Transf. $\frac{\delta_s + \nu}{\delta_r} = 9,$

88% Stromstoß, also etwa 11·5facher Vollaststrom,

Digitized by Google

1500 kVA Transf. $\frac{\delta_s + \nu}{\delta_r} = 36$,

96% Stromstoß, also etwa 6·2facher Vollaststrom,

16 000 kVA Transf. $\frac{\delta_s + \nu}{\delta_r} = 82$,

98% Stromstoß, also etwa 4·7facher Vollaststrom ergeben.

Sowohl die ohne Berücksichtigung der Dämpfung berechneten Stromstöße, als auch die in der Tabelle abgeschätzten wirklich zu erwartenden Einschaltströme sind für den Transformator selbst vollkommen ungefährlich, denn die Bewicklung muß für die mechanischen Kräfte der Kurzschlußströme, welche bedeutend größer sind, bemessen und abgestützt werden und kann deshalb leicht die Stromstöße beim Einschalten auffangen.

Andererseits aber sind die Kräfte, die auftreten, im Gegensatz zu jenen im Kurzschluß nicht sprengender Natur, das heißt, haben nicht das Bestreben, die einzelnen Spulen auseinander zu stoßen, sondern nehmen nur die zwischen Spule und Spule angebrachten Isolationseinlagen auf Druck in Anspruch.

Meistens dürfen die Kräfte kaum die Größenordnung des Spulengewichtes erreichen und deshalb nicht einmal in einer gelockerten Spulensäule Verschiebungen veranlassen.

Wegen des verhältnismäßig langsamen Ansteigens des Stromes, innerhalb der ersten halben Periode, kann der Stromstoß ebenfalls keine lokalen Überspannungen auslösen und würde deshalb zu keinen ernsten Befürchtungen Anlaß geben können, wenn die momentane Überlastung der Zentrale, besonders bei größeren Einheiten, nicht eine störende Schwankung der Netzspannung verursachen würde und wegen der mangelnden Dämpfung das Auslösen der Automaten nicht zu erwarten wäre.

Um also das Netz und die Automaten zu schützen, ist es zweckmäßig, Stufenschalter zu verwenden, welche den Zweck haben, durch einen größeren Vorschaltwiderstand den Stromstoß stark abzudämpfen.

Kleine Transformatoren haben, wie schon Vidmar angedeutet hat, einen verhältnismäßig höheren Einschaltstrom. Die Abdämpfung ist jedoch eine sehr energische, und weil die Rückwirkung auf das Netz aus naheliegenden Gründen von untergeordneter Bedeutung ist, braucht man im allgemeinen keine besonderen Vorsichtsmaßregeln zu treffen.

Durch Verwendung von Sparmetallen werden bei gleicher Leistung die Transformatorabmessungen größer oder bei gegebenen Abmessungen die Leistung kleiner, das heißt, der Stromstoß im Verhältnis zum Vollaststrom größer, dafür wird aber der Ohmsche Spannungsabfall größer, das heißt, die Abdämpfung eine viel kräftigere.

Ähnliche Betrachtungen gelten für Transformatoren für kleine Periodenzahlen, die im Verhältnis zu ihrer Leistung große Abmessungen haben.

Bei dem Beurteilen der Einschaltverhältnisse von Transformatoren oder überhaupt von elektrischen Apparaten spielt also die Selbstinduktion der eisenkernlos gedachten Spule eine hervorragende Rolle und trägt dazu bei, den Stromstoß auf ganz mäßige Werte zu halten, währenddem der Ohmsche Widerstand die rasche Abdämpfung der Erscheinung bewirkt; die unter ungünstigen Umständen zu erwartende hohe Eisensättigung kann natürlich ein unmäßiges weiteres Anwachsen des Einschaltstromes nicht veranlassen.

Die Jahresversammlung der Vereinigung amerikanischer Elektrizitätswerke. (National Electric Light Association).

Die im Juni d. J. in Atlantic City abgehaltene Jahresversammlung dieser größten elektrotechnischen Vereinigung des Landes stand ganz im Zeichen des Krieges und alle Besprechungen und Vorträge galten der Bedeutung der elektrischen stromerzeugenden Industrie für die Kriegsführung.*) Die elektrotechnische Industrie beschäftigt heute in Amerika 920 000 Menschen und hat 10·75 Milliarden Dollar investiert; ihre Einnahmen beziffern sich auf jährlich 2675 Mill. Dollar. Die stromerzeugende Industrie allein beschäftigt 125 000 Menschen und weist bei 3 Milliarden investiertem Kapital Jahreseinnahmen von 575 Mill. Dollar auf.

Die wichtigste der in der Verammung behandelten Angelegenheiten war die Brennstofffrage. Bekanntlich leiden nunmehr auch die Vereinigten Staaten an der allgemeinen Kohlennot und wie P. B. Noyes, der Vorsitzende der Kohlenkommission, der Versammlung berichtet, steht die Produktion mit 50 Mill. t Kohle hinter dem Verbrauch zurück. Wesentlichen Anteil an dem Kohlenmangel, der für den Winter droht, haben die großen Transportschwierigkeiten. Die Elektrizitätswerke werden, wie alle öffentlichen Unternehmungen, in erster Reihe mit Kohle beliefert, in Anbetracht ihrer ungeheuren Wichtigkeit für die Kriegsindustrie. Aber es wird zur äußersten Sparsamkeit geraten, denn jede „ersparte Tonne Kohle beschäftigt 50 Menschen in der Industrie". Ersparnisse an Kohle sollen nicht nur durch die äußerste Ökonomie in der Erzeugung, sondern auch durch gegenseitige Unterstützung der Werke erzielt werden; es wird daher für die Verkupplung benachbarter Werke, eventuell unter Aushilfe durch die Regierung, eifrigst Propaganda gemacht. So hat zum Beispiel L. L. Elden von der Boston Edison Comp. ein Projekt zur Verbindung der Elektrizitätswerke Neu-Englands ausgearbeitet; die Kosten werden sich auf 2·75 Mill. Dollar stellen und es werden Maschinen für 50 000 kW Leistung für andere Zwecke frei. Mit der vorgenannten Gesellschaft, die heute bereits ein Gebiet von 130 000 ha versorgt, sollen die umliegenden Werke, darunter auch die Wasserkraftwerke am Connecticut und Deerfield River verbunden werden, so daß der größte Teil des industriereichen Staates von einem einzigen Netz elektrischer Kraftleitungen durchzogen wird. Durch das Niederlegen kleiner, wenig wirtschaftlicher Zentralen wird eine jährliche Ersparnis von 70 000 t Kohle erzielt werden. Da keine besonderen technischen Schwierigkeiten zu überwinden sind, hofft man noch vor dem kommenden Winter den Umbau vollendet zu haben. In St. Louis sind zwei getrennte Verteilungsnetze miteinander durch eine den Mississippi unterfahrende Kabelverbindung miteinander in Verbindung gesetzt worden. Zwei Unterseekabel sollen 5000 kW bei 13 200 V Drehstrom übertragen. (Jedes Kabel besteht aus drei Leitern von 21·2 mm² mit 5·5 mm dicker Compoundumhüllung (30% Gummi) und einer Bandbewicklung 1·6 mm dick; die drei Leiter werden durch eine 3 mm starke Bandbewicklung und einen 3·6 mm dicken Bleimantel zusammengehalten. Der Bleimantel ist aufeinanderfolgend mit zwei Lagen geteerter Jute, einer Stahldrahtbewicklung und zwei Lagen asphaltierter Jute überzogen.) Auf der einen Flußseite sind die Kabel mittels zweier 460 m langer Kabelleitungen mit dem unterirdischen Netz verbunden. Auf der anderen Seite enden sie in einem Schalthaus, wo als Blitzschutz Aluminiumzellen eingebaut sind und von wo aus Freileitungen abzweigen.

Was die noch verfügbaren Wasserkräfte anlangt, so wird mehrfach betont, daß die in den Oststaaten vorhandenen nur zur Unterstützung der Dampfkraftwerke herangezogen werden können; ausschlaggebend sind sie keineswegs. Im Jahre 1917 sind übrigens, wie W. W. Nichols berichtet, Wasserkraftmaschinen für mehr als 1 Mill. PS Leistung installiert worden; man hofft hiedurch 8·5 Mill. t Kohle zu ersparen. Das Augenmerk ist in der nächsten Zeit auf die Vergrößerung bestehender Wasserkraftanlagen zu legen, wo innerhalb eines Jahres 300 000 PS noch ausgebaut werden können; zu dem sollen alle vor 1911 aufgestellten Maschinen durch neue, wirtschaftlich arbeitende ersetzt werden, wodurch 450 000 PS gewonnen werden. Dies zusammen ergäbe eine Ersparnis von 6 Mill. t Kohle.

Von anderer Seite wird die Bedeutung des vollständig elektrischen Betriebes der Bergwerke für die Kohlenproduktion hervorgehoben und behauptet, daß sich die letztere hiedurch um 8% heben ließe.

Zur Herabsetzung des Stromverbrauches wird eine Einschränkung der Lichtreklame, Beschränkung des Gebrauches der Kohlenfadenglühlampe auf die unbedingt notwendigen Fälle und Ausdehnung der Sommerzeit auf das ganze Jahr in Vorschlag gebracht.

Dabei wird offenbar überschen, daß die Einschränkung der elektrischen Beleuchtung von untergeordneter Bedeutung für die

*) Nach einem Bericht im „Electrical World" vom 15. u. 22. Juni 1918.

Digitized by Google

Ersparnisse an Kohlen ist, was bereits Dettmar ziffernmäßig nachgewiesen hat.*) Sehr überzeugend wirkt in dieser Hinsicht eine graphische Darstellung, die „Electricity", London, von den amerikanischen Verhältnissen gibt. In der Abb. 1 stellt die Fläche des großen Quadrates den gesamten Kohlenverbrauch in den Vereinigten Staaten i. J. 1917 dar. Die weitschraffierte Fläche gibt die davon auf Erzeugung von elektrischem Licht- und Kraftstrom entfallende Kohlenmenge, die engschraffierte Fläche die Kohlenmenge an, die für die elektrische Beleuchtung aufgewendet wird und die nur 2% der verbrauchten Kohlen ausmacht. Das kleine schwarze Quadrat in der unteren Ecke deutet die Kohlenersparnis an, die durch die Lichtbeschränkung erzielt wurde. Die Zeitschrift nimmt an, daß in England, wo die elektrische Beleuchtung kaum auf 1/8 so verbreitet ist wie in Amerika, die Ersparnisse noch geringer sein werden.

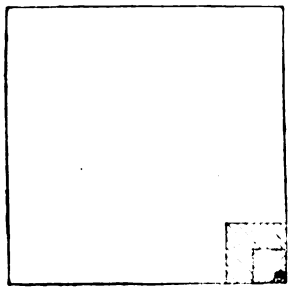


Abb. 1.

Es wird in der Versammlung auf die schwierige Lage der Elektrizitätswerke hingewiesen, die mit bedeutend erhöhten Erzeugungskosten zu rechnen haben und nicht in gleichem Ausmaß die Stromtarife erhöhen können und darauf verwiesen, daß hier der Staat durch Festsetzung erhöhter Stromtarife wird helfend eingreifen müssen. Der Ausbau der Werke auf die erforderliche Leistungsfähigkeit wird noch im Jahre 1918 ein Kapital von 200 Mill. Dollar erfordern, das die Regierung wird vorstrecken müssen, weil der Geldmarkt in anderer Weise in Anspruch genommen ist.

Auf dem Wege, die Leistungsfähigkeit der Werke zu steigern, treten eine Reihe von technischen Problemen auf, deren Lösung im Kriege versucht wurde. Dazu gehört die Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Kabeln, über die E. B. Meyer von der Kabelkommission berichtet. Zur Abfuhr der Wärme ist versucht worden, Kühlluft oder Wasser durch die Kabelkanäle zu leiten, oder das Erdreich um das Kabel herum reichlich zu bewässern und das Kabel selbst in ein die Wärme gut abführendes Material einzubetten**). Bei Kreuzungen oder Durchfahrten wird vorgeschlagen, die Kabel nicht unterirdisch zu verlegen, sondern als Luftkabel an Masten mittels Tragdrähten aufzuhängen. Ein solches Kabel für 13 200 V erhält Papierisolation der einzelnen Leiter, ferner eine Papierumhüllung und einen Mantel aus Gummi, über welchen als Schutz ein galvanisiertes Stahlband gewickelt wird. H. C. Albrecht berichtet über die Erhöhung der Leistung von Turbinengeneratoren durch verstärkte Kühlung. Man hat den Generator vollständig eingeschlossen und mittels eines Ventilators Luft durchgepreßt, so daß die Statorbleche am Umfang stark gekühlt wurden. Die Luft wurde vorher angefeuchtet. So konnte die Leistung von 11 000 auf 14 000 kW und nach Austausch der Wicklung durch eine andere, mit wärmewiderstandsfähigerer Isolation versehene konnte die Leistung auf 16 300 kW erhöht werden.

E. S. Mansfield bringt die guten Erfolge zur Sprache, die man mit Frauen zur Bedienung von Unterstationen gemacht hat. Nach einem vierwöchentlichen allgemeinen Unterricht werden sie einer Unterstation zugewiesen und dort in die vorzunehmenden Betriebspflichten unterwiesen. Nach einiger Zeit werden sie einer Prüfung unterzogen: je zwei Frauen führen zusammen den Betrieb der Unterstation. Die tägliche Arbeitszeit beträgt 8 h, der Lohn 15·4 Doll. pro Woche im Anfang. Gegenwärtig sind 15 Frauen in den Unterstationen in Boston beschäftigt.

Die ausgedehnteste Anwendung des elektrischen Antriebes im Schiffbau zeigt die neue Schiffswerfte der American International Shipbuilding Corporation in Hog Island, Philadelphia. Wie W. H. Blood jr. der Versammlung mitteilt, enthält die Werft 50 Schiffsbaustellen und an sieben Stellen können 28 Schiffe zu gleicher Zeit von Stapel gelassen werden. Die Werfte hat eine Leistungsfähigkeit von einem Viertel aller Werften Englands. Die gesamte Leitungslänge innerhalb der Werft macht 1000 km aus; zur Beleuchtung dienen 40 000 Glühlampen. Dazu stehen 650 Elektromotoren im Betrieb.

*) Vgl. E. u M. 1918, Heft 18, Seite 218.
**) Vgl. E. u M. 1915, Seite 320.

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Allgemeine Theorie der Vorgänge in Stromkreisen. In der Fachliteratur hat man sich in letzter Zeit viel mit der Theorie der Ein- und Ausschaltvorgänge befaßt. Walther Deutsch faßt nun alle diese Probleme in eine einheitlich allgemeine mathematische Theorie mit Hilfe der Funktionen komplexer Veränderlicher zusammen. Er wendet sie dann auf eine Reihe bereits bekannter Fälle an, von denen nur die Grobschaltung großer Gleichstrommotoren, wie sie unter Weglassung von Anlaßwiderständen für elektrische Schiffsantriebe verwendet wird, erwähnt sei:

Bremst man einen normallaufenden Motoranker auf die Selbstinduktivität L und den Ohmschen Widerstand R bei dem Trägheitsmoment $\Theta = \frac{1}{4} G D^2$ in kg/m², so gelten für Strom i und Winkelgeschwindigkeit $\omega = \pi n/30$ die beiden Beziehungen

$$i R + L \frac{di}{dt} + k\omega = E \quad \ldots\ldots\ldots 1),$$

$$\frac{d\omega}{dt}\Theta = ki. \quad \ldots\ldots\ldots 2).$$

E = Netzspannung. k findet sich aus der Beziehung für die Gegen-EMK $E_0 = k\omega$ oder $k = \frac{1}{2\pi}\frac{p}{a}\frac{Z\Phi}{10^8}$, wenn $2p$ die Polzahl, $2a$ die Zahl der parallelen Ankerzweige, Z = totale Ankerleiterzahl, Φ = magnetischer Kraftfluß pro Pol. Die Lösung ist für den Strom

$$i = -\frac{E}{\nu L}\varepsilon^{-\mu t}\sin \nu t \quad \ldots\ldots\ldots 3),$$

für die Winkelgeschwindigkeit

$$\omega = \frac{E}{\nu\sqrt{L\Theta}} \cdot \varepsilon^{-\mu t} \cdot \sin(\nu t + \gamma) \quad \ldots\ldots 4).$$

Dabei ist

$$\sin\gamma = \frac{\nu}{k}\sqrt{L\Theta} \quad \ldots\ldots\ldots 5)$$

und der Höchstwert des Stromes

$$i_m = \frac{E}{k}\sqrt{\frac{\Theta}{L}} \cdot \varepsilon^{-\frac{\mu}{\nu}\chi} \quad \ldots\ldots\ldots 6).$$

Ferner

$$\mu = \frac{R}{2L} \text{ und } \nu = \sqrt{\frac{k^2}{L\Theta} - \frac{R^2}{4L^2}} \quad \ldots\ldots 7).$$

(Arch. f. E., Bd. VI, Heft 7.) *F. N.*

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Temperaturindikator für Transformatoren. V. M. Montsinger und A. T. Childs beschreiben die bei der General Electric Comp. bisher bei Transformatoren bis 27 000 V üblichen Meßverfahren zur Temperaturbestimmung. Dabei wird ein in die Transformatorwindungen eingelegter induktionsfreier Widerstand aus Kupfer verwendet, dessen Widerstandsvermehrung entsprechend der Temperaturerhöhung im Transformator das Gleichgewicht einer Brücke stört und dadurch die Temperaturanzeige ermöglicht. An die sekundären Klemmen $a\,b$ eines Meßwandlers T (Abb. 1) ist ein

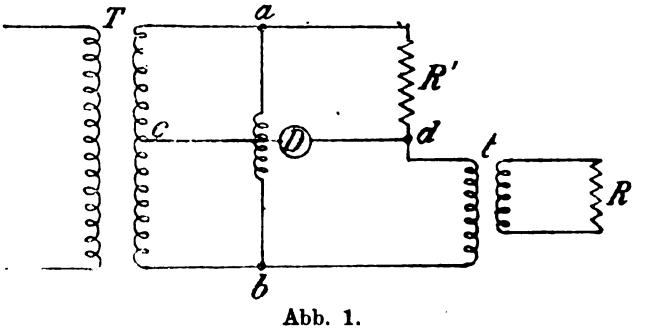


Abb. 1.

konstanter Widerstand R' und die primäre Wicklung eines Transformators t angeschlossen, an dessen sekundärer der Meßwiderstand R liegt. Zwischen den Punkten c und d liegt eine bewegliche Spule des Dynamometers D, das eine an den Punkten a, b angelegte, also separat erregte Wicklung besitzt. Ändert sich bei höherer Temperatur der Widerstand R, so wird das Brückengleichgewicht, das bei Normaltemperatur eingestellt war, gestört und der Ausschlag im Dynamometer gibt nach vorhergehender Eichung die Temperatur an.

Der Spannungswandler und die Brückenwiderstände, das Galvanometer und entsprechende Schaltapparate sind auf einer

Digitized by Google

Schalttafel angebracht. Der Widerstand R besteht aus zwei isolierten Kupferdrähten, die, spiralig um einen 6 bis 7 m langen Kupferstreifen gewickelt, an einem Ende verbunden sind. Der Kupferstreifen ist nur mit schwacher Isolierung zwischen die Windungen einer Transformatorspule — gleichgültig ob in die Hochspannungs- oder Niederspannungswicklung — eingelegt und mit derselben an einer Stelle verbunden, so daß er das Potential der betreffenden Spule annimmt. Dadurch erwächst die Notwendigkeit, den Widerstand von der Meßeinrichtung elektrisch zu trennen, indem man ihn an die Sekundäre des kleinen Transformators t legt, der in den Ölbehälter des großen Transformators hineingelegt wird. Die Verbindung mit dem Schaltbrett besorgt ein Zweileiterkabel passender Länge vom Widerstand 1·25 Ω; dabei ist eine der Verbindungen geerdet. Der Spannungswandler erhält an der Primärseite vier Anzapfungen von je 5 V Unterschied; mittels eines Umschalters wird die Anschlußstelle an das Netz je nach der herrschenden Spannung (105 bis 125 V) gewählt. Dadurch wird die Messung von Spannungsschwankungen unabhängig gemacht.

(Gen. El. Rev. 21, Nr. 6, 1918.)

Leitungen.

Die Kraftübertragung von Bitterfeld nach Berlin wurde nach Berichten der deutschen Fachpresse am 21. Juni in Betrieb gestellt. Die Kriegsrohstoff-Abteilung des Kriegsministeriums hat die Anlage Golpa-Zschornewitz ausgebaut, um die Kriegsbetriebe Berlins mit Energie zu versorgen; durch die vorläufige Stromlieferung von 20 000 kW werden in der Kohlenzufuhr nach Berlin täglich 300 bis 400 t erspart.

Die Fernleitung ist 132 km lang. Sie besteht aus drei mittels Hänge- und Abspannisolatoren, System Hewlett, an Gittermasten in 250 m Abstand befestigten Aluminiumseilen von 120 mm², über die ein eisernes Erdseil von 50 mm² gespannt ist. Die Masten stehen auf Holzschwellen, Abspann- und Eckmaste auf Betonfundamenten.

Die Übertragung erfolgt mit 110 000 V unter Benutzung von Aluminiumtransformatoren zu je 16 000 kVA.

Die Anlage in Zschornewitz und die Fernleitung ist von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, die Transformator- und Schaltanlage in Berlin von den Siemens-Schuckert-Werken erstellt worden; der Bau wurde im Oktober 1917 begonnen und im Winter fertiggestellt. (Elektrizitäts-Werk, Bd. 6, Nr. 5, 1918.)

Elektrische Apparate.

Der Tungar-Gleichrichter. In meinem Bericht „Die Entwicklung der amerikanischen Elektroindustrie im Jahre 1917"*) nach General Electric Review, Jänner 1918, habe ich auch den Tungar-Gleichrichter erwähnt, der in der Originalzeitschrift nur in Form eines abgeschlossenen Blechkastens ohne Erklärung abgebildet war; bezüglich seiner Konstruktion war auf „General Electric Review", April 1917, verwiesen, welches Heft mir nicht zugänglich ist. Meine Vermutung, daß der Tungar-Gleichrichter wie ein Neefscher Hammer wirkt, ist nun falsch, wie dieses aus einer von Herrn Dr. Halbertsma an die Schriftleitung gesandten Anzeigenseite der „Electrical World" vom 6. Oktober 1917 hervorgeht. Der für niedrige Spannungen bis 108 V bestimmte Tungar-Gleichrichter hat dieselbe Wirkungsweise wie der für Hochspannung bestimmte Kenotron-Gleichrichter, den ich im Abschnitt unmittelbar vor dem Tungar-Gleichrichter im erwähnten Bericht ausführlich besprochen habe. Der Tungar-Gleichrichter beruht also auf der Elektronenemission aus einem Glühfaden, der in einer mit indifferentem Gas gefüllten Glasröhre angebracht ist. Mit einfachen Steckkontakten oder Stöpseln kann man ihn an jede Lichtleitung anschließen; Sicherungen und ein Regler zur selbsttätigen Änderung der Wechselspannung ohne Widerstände sind in den Apparat eingebaut. In „Electrical World" wird als größte Type eine für 6 A, 75 V und als kleinste eine für 2 A und 7·5 V angeführt, so daß sich Batterien mit den verschiedensten Zellenzahlen damit laden lassen.

F. Niethammer.

Elektromagnete für Heilzwecke. H. du Bois beschreibt die für Heilzwecke als Augenmagnete und Darmmagnete verwendeten großen Magnete. Das große Modell des Darmmagneten wiegt 100 kg; es hat einen 40 cm langen Eisenkern, dessen konkaves Ende von 12 cm Durchmesser sich dem Körper anpaßt; das andere Ende trägt einen Gegenpolflansch vom Querschnitt des Kernes. Emaillierter Kupfer- oder Aluminiumdraht passend abgestufter Dicke wird zur Herstellung der Spulen verwendet. Durch Wasserkühlung kann die infolge hoher Stromdichte (10 A/mm²) auftretende eventuell örtliche Erwärmung behoben werden. Um pulsierende Magnetisierung zu erhalten, wird die ganze Magnetspule oder nur die Polspule von Hand aus oder mechanisch durch Unterbrecher rhythmisch kurzgeschlossen; bei regelmäßigem Betrieb mit unterbrochenem Strom empfiehlt sich eine Unterteilung des Kernes. 60 bis 150 Pulsationen pro min. von größerer Stetigkeit erhält man durch einen Vorschaltwiderstand mit periodischer Kurzschließung durch eine elektromagnetisch rotierende Kurbel. Der Verfasser empfiehlt zur Herabsetzung des Kerngewichtes nur drei Viertel Sättigung, das Gesamtgewicht und der Wattverbrauch haben dann ein Minimum; der Verbrauch ist höchstens 3 kW. Der Magnet hängt an einem ausladenden Kran über dem Operationstisch und ist allseitig leicht beweglich. Darunter ist die Röntgenröhre zur Untersuchung des Darmes angebracht, in der Art, daß die Strahlung wenig vom Magnetfeld beeinflußt wird. Das kleinere 50 kg schwere Modell des Darmmagneten hat 8·5 cm Durchmesser; es kann auch als Augenmagnet dienen; ein passender Poleinsatz aus hochgesättigtem Ferrokobalt dient zur Erhöhung der Zugkraft. Der Poleinsatz ist zentrisch ausgehöhlt, die Öffnung durch einen Silberbelag spiegelnd und vorne durch eine Glasscheibe abgeschlossen. In die Öffnung wird eine kleine Glühlampe mit Gasfüllung und einer toroidischen Drahtspirale eingebracht, die für kurze Zeit 15 bis 50 HK liefert. Durch die Aushöhlung wird die Zugkraft nur unmerklich verringert. Der Magnet ist mit einem vernickelten Mantel versehen, der sich leicht sterilisieren läßt. Dieser Magnet ist auf einem fahrbaren Stativ befestigt.

Den beiden von der Siemens & Halske A.-G. gelieferten Magneten werden verschiedene Polformen beigegeben. Für bestimmte Zwecke wird ein biegsamer aus Eisendrähten gebildeter und in eine Sonde auslaufender Ansatz gewählt, der eventuell besonders erregt wird; der ganze Ansatz ist in eine elastische, sterilisierte Hülle eingeschlossen.

Der Einfluß einer sich ähnlich bleibenden Größenänderung äußert sich wie folgt. Bei n-fachen Linearabmessungen ändert sich das Eigengewicht wie n^3, die AW wie n, mithin bei gleicher Stromdichte das Kupfergewicht wie n^2. In entsprechenden Punkten in der Umgebung ähnlicher Magnete erhält man gleiche Feldwerte, daher $1/n$-fache Anziehungen gesättigter wie ungesättigter Partikel. In nicht zu geringer Entfernung variiert die Anziehung gesättigter Körper n^2-fach, die ungesättigter n^4-fach.

Der Verfasser berechnet auf Grund des Faraday-Kelvinschen Satzes die theoretisch beste Polform und gibt auf Grund von Messungen Feldkurven und Anziehungskurven von beiden Modellen an. (E. T. Z., 39, Heft 18, 19, 1918.)

Elektrochemie, Akkumulatoren.

Aluminiumüberzug auf Eisen. Durch einen neuen Prozeß kann Aluminium sicher auf Gußeisen aufgetragen werden, wobei die Oberfläche gleich der von gewalztem Aluminium ist. Das Gußeisen wird zunächst galvanisiert oder verzinnt und dann in geschmolzenes Aluminium bei 700—800° C. getaucht. Während es so untergetaucht ist, wird die Oberfläche mit Stahlbürsten abgerieben, mit dem Erfolg, daß das Zinn oder Zink in das geschmolzene Aluminium übergeht und durch Aluminium auf der Oberfläche des Eisens ersetzt wird,

Zwei oder mehr Aluminiumbäder sind erforderlich, doch bleibt das meiste Zinn oder Zink schon im ersten Bade zurück. Die Vorteile des Verfahrens sind ausgezeichnete Adhäsionskraft, Rostfreiheit und Ersparnis an Kosten im Vergleich zu Reinaluminium. (Near East. 28. 6. 1918.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Ein elektrischer Widerstandsofen zum Schmelzen in Tiegeln. Greenwood und Hutton verwendeten zum Schmelzen einer Nickel-Silberlegierung die folgende Ofenbauart. Der Schmelztiegel steht in einem zylindrischen Raum von 330 mm Durchmesser, der dadurch gebildet ist, daß 16 Kohlenstäbe als Erzeugende des Zylinders aufgestellt und abwechselnd oben und unten durch Graphitkörper verbunden sind. Die Stäbe sind 483 mm lang und 25·4 mm dick. Sie sind elektrisch in Reihe gelegt und der Strom wird an zwei diametralen Punkten der Zylinderbasis zugeführt; die Anschlußstelle erhält Wasserkühlung. Die Zylinderform wird durch Verschmieren des Gerüstes mit einem Teig aus Karborundumsand und Wasserglas vervollständigt. Diesen Zylinder umgibt ein zweiter aus Karborundumsteinen, die den Deckel für den Schmelzofen tragen. Zwei Schichten aus Sand und darauf Karborundum bilden den Wärmeschutz gegen die Außenwand zu. Der Ofen hat zum Anheizen 200 A bei 64 V aufgenommen. Der Energieverbrauch zum Schmelzen von 41 kg Legierung war im Durchschnitt 18·2 kW, die Dauer einschließlich Anheizen des Ofens 3 h.

(E. T. Z. 39, Heft 21, nach Engineering.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Reibungselektrische Untersuchungen. P. E. Shaw berichtet der Royal Society über quantitative Untersuchungen reibungselektrischer Erscheinungen. Es wurde der Einfluß der Temperatur, der Oberflächenbeschaffenheit der aufeinander reibenden Körper und des Druckes der beiden aufeinander untersucht. Die Elektrizitätslieferung bei der Reibung fester Körper aufeinander ist eine sehr unregelmäßige, weil durch das Reiben die Oberfläche der Körper verändert oder gar zerstört wird. Die Versuche zeigten unteranderem, daß eine polierte Oberfläche sich immer als positiv elektrisch gegenüber einer kleinen Oberfläche desselben Materials

*) E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 179.

Digitized by Google

erwies; eine dichte Oberfläche ist nach dem Reiben immer positiv gegen eine weniger dichte aus gleichem Stoff; tritt Staub beim Reiben aus einem Körper aus, so ist er immer negativ gegenüber dem Körper, aus dem er austritt. Glas ist immer positiv gegenüber Seide, wird aber bei entsprechend hoher Temperatur negativ elektrisch. Diese Erscheinung tritt übrigens bei vielen festen Körpern auf, wenn sie aufeinander gerieben werden.

Der Verfasser versucht, eine „triboelektrische Spannungsreihe" aufzustellen (Tribo-Elektrizität nennt Chwolson in seiner Physik die Reibungselektrizität) und gibt eine Erklärung dieser Erscheinung, derzufolge die Körper beim Reiben die frei auf ihrer Oberfläche lagernden Ionen abgeben. Isolatoren sind arm an freien Elektronen, Metalle und Legierungen verhältnismäßig reich. Die Versuche sollen mit verfeinerten Mitteln fortgesetzt werden. Einen wesentlichen Einfluß auf die Erscheinungen der Reibungselektrizität nimmt, wie bereits erwähnt, die Oberflächenbeschaffenheit. H. L. Curtis hat schon beobachtet, daß die Leitfähigkeit der Oberfläche eines Isolators viele hundert Millionenmal größer werden kann, wenn die Feuchtigkeit der Luft von 20 zu 90% sich ändert. C. Hayes und der Autor haben einen Zusammenhang zwischen der Feuchtigkeit der Oberfläche und der Art der beim Reiben dort frei werdenden Elektrizität gefunden. J. W. French, C. Hayes und der Autor fanden, daß künstlich poliertes Glas bis auf eine Tiefe von 5 μ ganz andere Eigenschaften aufweist als die darunter liegende Glasmasse; die Oberfläche verhält sich unter Umständen beim Reiben neutral, das heißt, sie zeigt keinerlei elektrische Ladung. Dies alles soll die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen und die Schwierigkeit erweisen, auf diesem Gebiete verläßliche quantitative Messungen anzustellen.

Aus den bisherigen Untersuchungen zieht der Verfasser folgende Schlüsse. Mit entsprechender Vorsicht läßt sich eine triboelektrische Spannungsreihe der festen Körper aufstellen, in welcher dieselben je nach der elektrischen Ladung eingereiht sind, die sie beim Reiben annehmen. Die meisten festen Körper verändern ihre Stellung in der Reihe, wenn sie über eine für sie spezifische Temperatur, die kritische Temperatur, erhitzt werden; in diesem neuen Zustand nennt man die Oberfläche eine abnormale. Man kann in der Reihe eine obere oder A-Gruppe und eine untere B-Gruppe unterscheiden. Diese Gruppen haben einander widersprechende Tendenzen, wenn die Oberflächen matt oder abnormal sind, oder wenn die Körper aufeinandergepreßt werden oder im gebogenen Zustand gerieben werden. Wenn unter diesen Umständen die Gruppe A mehr positiv wird, so wird Gruppe B mehr negativ oder umgekehrt. Diese Erscheinung wird Dualität genannt. Die Oberfläche des Quecksilbers verhält sich beim Reiben mit festen Körpern ganz abnormal. Der Verfasser nimmt an, daß die Körper der A-Gruppe negative, die der B-Gruppe positive Ladungen an der äußersten Oberfläche aufweisen. Durch die oberwähnte mechanische Beeinflussung der Oberfläche werden die beiden elektrischen Ladungen gegeneinander verschoben und so treten die beobachteten Erscheinungen auf.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 10, 1918.)

Strahlungslehre.

Über die Aquipotentialflächen in der positiven Lichtsäule des Glimmstromes hat Hans Salinger, Berlin, gearbeitet und ist zu folgenden Ergebnissen gelangt. In der positiven Lichtsäule eines zylindrischen Entladungsrohres besteht von der Rohrachse zur Wand ein Spannungsabfall von mehreren Volt, wobei der Rand eine negative Spannung gegen die Mitte aufweist. Im untersuchten Strom-Druckbereich von 0·3 mA bis 3 mA und 0·03 mm bis 0·5 mm nimmt diese Querspannung zu, wenn Strom oder Druck abnehmen. Tritt im Gase Schichtenbildung auf, so ist die Querspannung in den leuchtenden Schichten am größten, vor den Schichtenköpfen am kleinsten. Die Äquipotentialflächen sind konkav zur Anode etwas schwächer als die Schichtenvorderflächen gekrümmt. In der ganzen positiven Säule lassen sich freie positive Ladungen nachweisen. Negative Ladungen sind in ringförmiger Verteilung nahe der Rohrwand neben den leuchtenden Schichten und bei höheren Drucken auch vor der Anode vorhanden. Ferner finden sie sich in einzelnen Fällen auch in den Dunkelräumen zwischen den Schichten. Die Darstellung der Stromdichte als Verhältnis der Stromstärke zum Querschnitt der leuchtenden Säule ist unzulässig. (Ann. d. Phys. 54, 296, 1917.)

Über eine tragbare Röntgeneinrichtung mit Coolidge-Röhre wurde der Royal-Society berichtet. Bei der neuen Röhre wird der Erhitzung der Antikathode durch Luftkühlung begegnet. Die Röhre ist mit Kühlrippen an der Anodenausführung versehen, die die Hitze so gut ableiten, daß der Röhrendurchmesser auf 10 cm beschränkt werden konnte. Die Antikathode ist aus Kupfer mit einem Knopf aus Wolfram in der Stirnfläche. Die Röhre wird mit 10 mA bei 13 cm Funkenstrecke (normal) für Aufnahmszwecke und mit 5 mA für die Durchleuchtung (ununterbrochene Betriebsdauer 30 bis 40 h) belastet. Die im Betrieb kalte Antikathode hält die Ventilwirkung der Röhre aufrecht, die also direkt mit Wechselstrom betrieben werden kann; sie wird in einen Blendenkasten aus zwei Halbkugelschalen aus Bleiglas mit einer Aussparung für die wirksamen Strahlen eingeschlossen. Als Stromquelle dient bei der von der General Electric Comp. gelieferten Einrichtung eine Benzindynamo für Wechselstrom (172 kg schwer) und ein Transformator mit Ölkühlung (113 kg im Gewicht). Die primäre Spannung wird am Drosselventil des Benzinmotors und mittels Regelwiderstandes eingestellt. Die Glühkathode wird durch einen kleinen Transformator mit induktiver Regelung geheizt. Das Gesamtgewicht der Einrichtung samt Verpackung beträgt 394 kg.

(E. T. Z. 39, Heft 20, nach Engineering.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Reguliereinrichtungen.

Elektrische Widerstände.

Die Siemens & Halske A.-G. in Berlin und Wien stellt kontinuierlich veränderbare Widerstände her, mit um den vollen Querschnitt eines ringförmigen Tragkörpers aus Steatit gewickeltem Widerstandsdraht. An einer Stelle des Ringes ist die Bewicklung fortgelassen und dort ist ein bügelförmiger Lagerkörper von C-Form am Ring befestigt. Dieser Bügel ist mit einem Arm an einer den ganzen Widerstand tragenden Platte angeschraubt, der andere Arm trägt das Lager für die durchgehende Achse. Diese wird mittels Handgriff an einem Ende verdreht und dadurch der Stromabnehmer über den Widerstandsdraht fortbewegt. Mit der drehbaren Achse ist noch ein Schalter, im Innern des Ringes gelagert, verbunden in der Art, daß der Schalter den Strom früher unterbricht, bevor der Stromabnehmer in die Nullstellung gelangt. (Ö. P. Nr. 72 570.)

Die Verwendung von Eisendraht als Widerstand, der in einem mit Wasserstoff gefüllten Behälter eingebracht und durch eine Heizvorrichtung auf eine einstellbare Temperatur, mithin auf einen einstellbaren Widerstandswert gebracht wird, ist bekannt. Dr. L. Strasser, in Berlin schlägt vor, den Heizdraht, der den Widerstandsdraht umgibt, aus einem Material mit negativem Temperaturkoeffizienten herzustellen, also aus einem Kohlenfaden oder aus einem Material mit niedrigem Temperaturkoeffizienten, wie Nickelin, aber einen Kohlenwiderstand vorzuschalten. Dadurch können Stromänderungen im Heizdraht eine viel größere Änderung im Widerstand des Eisendrahtes hervorbringen. Praktische Anwendung findet diese Einrichtung in der Verwendung des Eisendrahtwiderstandes als Feldwiderstand von Maschinen mit stark veränderlicher Tourenzahl zwecks Konstanthaltung der Spannung. (D. R. P. Nr. 296 694.)

Von der Firma Gmür & Cie. in Schänis (Schweiz) wird ein Flüssigkeitswiderstand angegeben, bei dem der Behälter *a* (Abb. 1) für die Flüssigkeit und die Elektroden *c* bezw. ein Halter *h* für die Elektroden miteinander derart verbunden sind, daß der eine das Gegengewicht zum anderen bildet. Die Verbindung geschieht mittels Seilen *e*, die über Rollen *g* laufen; letztere werden bei der Widerstandseinstellung von Hand aus oder mittels Motoren verdreht. Dadurch wird erreicht, daß die durch Zusatzgewichte auszugleichenden Massen kleiner, mithin der Kraftaufwand zum Regeln geringer und die Anschaffungskosten kleinere werden. (D. R. P. Nr. 291 646.)

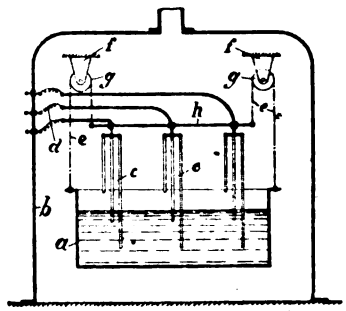


Abb. 1.

Der Flüssigkeitswiderstand der A. G. Brown Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) zeichnet sich dadurch aus, daß die Regulierung in zweifacher Hinsicht erfolgt, einmal durch Veränderung der Eintauchtiefe der Platten in die Widerstandsflüssigkeit und dann dadurch, daß ein beliebiger Teil der Elektroden wahlweise oder in Abhängigkeit von selbsttätigen Einrichtungen in oder außer Wirkung gesetzt werden kann; durch diese Maßnahme ist die Regulierung in weiten Grenzen möglich. Bei einer verbesserten Ausführung wird gleichzeitig mit der Erhöhung des Widerstandes auch der Elektrodenabstand vergrößert; dadurch kann man den gesamten Widerstand kleiner ausführen und muß den Elektrodenabstand nicht für die größte vorkommende Spannung wählen. Man legt nämlich die für den verringerten Gesamtwiderstand verwendeten Elektroden zwischen die für den höheren Widerstand dienenden; durch Trennung der Verbindung der verschiedenen Elektrodengruppen untereinander kann so der Widerstand durch proportionale Verlängerung des Stromweges in der Flüssigkeit erhöht werden. Derartige Flüssigkeitswiderstände mit erhöhtem Regelumfang werden zur Regelung von Drehstrommotoren in Förderbetrieben verwendet. (D. R. P. Nr. 297 777.)

(Fortsetzung folgt.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
29. September 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 39.
38. Jahrgang.

INHALT:

Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit (Ein Vergleich mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen) Von Ing. Josef Rothbauer 433
Aufbau der Läufer von Turbogeneratoren. Von F. Niethammer 439
Rundschau 441
Chronik 442
Literatur-Bericht 443
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 444
Vereins-Nachrichten 444

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit.

(Ein Vergleich mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen.)

Von Ing. **Josef Rothbauer**, Wien.

Einleitung.

Infolge der durch die Kriegsereignisse unterbundenen Einfuhr sind wir gezwungen, mit den vorhandenen Vorräten an Kupfer sehr sparsam umzugehen, da die inländische Kupferproduktion trotz der Steigerung, die sie während des Krieges erfahren hat, bei weitem nicht ausreicht, den durch den Entfall der Einfuhr entstehenden Abgang auch nur annähernd zu decken.

Man mußte daher an einen Ersatz des für die Wicklungen von elektrischen Maschinen benötigten Kupfers durch im Lande vorhandene Metalle denken; als Ersatzmaterial kommt für uns in erster Linie Aluminium, dann noch Zink in Betracht.

Auch nach dem Kriege dürfte, zum mindesten während der ersten Zeit, eine unbeschränkte Einfuhr von Kupfer aus valutarischen Gründen kaum gestattet werden; ebenso wird der allgemeine Mangel an Schiffsraum drosselnd auf die Einfuhr wirken. Hingegen wird uns Aluminium in größerer Menge als jetzt zur Verfügung stehen, da die Aluminiumproduktion während des Krieges sehr erweitert wurde und aus den Beständen der Heeresverwaltung größere Mengen von Aluminium frei werden dürften.

Wir werden uns daher mit dem Gedanken vertraut machen müssen, längere Zeit hindurch Maschinen mit Aluminium-, eventuell mit Zinkwicklungen, bauen zu müssen. Es wird somit von Interesse sein, diese Maschinen etwas näher zu untersuchen.

In der vorliegenden Arbeit habe ich nun versucht, einen Vergleich solcher Maschinen mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen vom rein elektrischen Standpunkte aus durchzuführen; Fragen technologischer Natur, wie zum Beispiel die Herstellung von Löt- bezw. Schweißverbindungen bei Aluminium oder der Ersatz der Baumwollisolation durch andere Isolierstoffe wurden grundsätzlich nicht berührt, da auf diesen Gebieten die Versuche sicherlich noch nicht abgeschlossen und daher weitere Verbesserungen zu erwarten sind, und die einzelnen Firmen ihre bis jetzt gemachten Erfahrungen wohl vorläufig als Fabrikationsgeheimnis betrachten dürften.

Der Vergleich wurde immer zwischen zwei Maschinen gleicher Modellgröße*) durchgeführt; bei der einen, als vollständig bekannt vorausgesetzten Maschine sind die Wicklungen aus Kupfer, bei der anderen aus einem Metall von geringerer Leitfähigkeit angenommen; der Kürze halber seien diese beiden Maschinen in der Folge als „Kupfer- bezw. Ersatzmaschine" bezeichnet.

Diese Art des Vergleiches dürfte den Bedürfnissen der Praxis am meisten entsprechen; denn vom Standpunkte einer rationellen Fabrikation wird es wünschenswert sein, bei den Ersatzmaschinen, soweit es die elektrischen Verhältnisse zulassen, möglichst viele Konstruktionselemente von den Kupfermaschinen verwenden zu können und die nicht unerheblichen Kosten, die neue Modelle, Stanzen usw. verursachen, zu vermeiden.

Unter der Bedingung, daß Kupfer- und Ersatzmaschine gleiche Temperaturzunahme haben sollen, wurden die elektrischen Daten der verschiedenen Ersatzmaschinen aus den als bekannt vorausgesetzten analogen Daten der Kupfermaschine abgeleitet.

Dieser Vergleich wurde, wo es möglich war, allgemein durchgeführt; die so erhaltenen Ergebnisse sind geeignet, in den Berechnungs- und Projektierungsabteilungen eine Menge Rechenarbeit zu ersparen; in den Fällen, in denen ein allgemeiner Vergleich überhaupt nicht oder nur unter einschränkenden Voraussetzungen möglich gewesen wäre, wurden nur die Gesichtspunkte entwickelt, die für die Ableitung der Ersatzmaschine aus der Kupfermaschine zu beachten sind.

Der Vergleich wurde hier für die am häufigsten vorkommenden Arten von elektrischen Maschinen, das sind Transformatoren, Gleichstromgeneratoren und Motoren, Synchrongeneratoren mit ausgeprägten Polen und Drehstrom-Asynchronmotoren durchgeführt. Diese Reihenfolge wurde gewählt, weil sie den Ergebnissen des Vergleiches entspricht; der Ersatztransformator ergibt die günstigsten Verhältnisse, während der asynchrone Ersatzmotor relativ am ungünstigsten wird; die Ersatz-Gleichstrommaschine und der Ersatz-Synchrongenerator liegen dazwischen.

In der vorliegenden Arbeit wurden für die drei verglichenen Wickelmaterialien die nachstehenden Größen verwendet:

	Kupfer	Aluminium	Zink
Spezifisches Gewicht s .	8·9	2·7	7·2
Leitfähigkeit ρ bei 15° C	57	35	17
Temperaturkoeffizient .	0·004	0·004	0·004

I. Der Transformator.

Voraussetzung: Es seien zwei Transformatoren gleicher Bauart vorausgesetzt, der eine mit Kupferwicklungen („Kupfertransformator"), der andere

*) Im Gegensatz zu „Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Aluminium, Zink und Eisen" von Rudolf Richter, Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig 1916; dort ist der Vergleich zwischen Maschinen gleicher Leistung, also verschiedener Modellgröße, durchgeführt. Vgl. E. u. M. 1916, Seite 542.

Digitized by Google

mit Wicklungen aus einem Material von geringerer Leitfähigkeit, zum Beispiel Aluminium oder Zink („Ersatztransformator"). Beide Transformatoren sollen außer gleichen Eisendimensionen gleiche Windungszahlen und gleiche Wicklungsquerschnitte haben, das heißt sie sind für gleiches Leerlauf-Übersetzungsverhältnis und haben demnach bei gleichbleibender Periodenzahl auch gleiche Eisenverluste.

Im folgenden seien alle auf den Ersatztransformator bezüglichen Größen mit dem Index 1 bezeichnet, während die entsprechenden Größen des Kupfertransformators ohne Index verwendet werden sollen; in den Ableitungen kommen nachstehende Bezeichnungen zur Anwendung:

ρ = Leitfähigkeit
s = spezifisches Gewicht } des Wickelmateriales,
G = Gewicht
W, w = Ohmscher Widerstand der Ober- bezw. Unterspannungswicklung,
i, J = Strom in der Ober- bezw. Unterspannungswicklung,
e_0 = Ohmscher Spannungsabfall,
e_s = Streuspannung (induktiver Spannungsabfall),
e_k = Kurzschlußspannung,
$e_{\cos\varphi}$ = Spannungsabfall } bei Vollast und einer Phasen-
$\eta_{\cos\varphi}$ = Wirkungsgrad } verschiebung φ.

Aus der Voraussetzung gleicher Windungszahlen und gleicher Wicklungsquerschnitte ergibt sich das Verhältnis der Ohmschen Widerstände mit

$$\frac{W_1}{W} = \frac{w_1}{w} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots 1)$$

und das Verhältnis der Wicklungsgewichte zu

$$\frac{G_1}{G} = \frac{s_1}{s} \quad \ldots\ldots 1a).$$

Aufgabe: Welche Leistung kann der Ersatztransformator bei gleicher Temperaturzunahme wie der Kupfertransformator abgeben und wie verhalten sich die verschiedenen charakteristischen Größen, wie zum Beispiel Spannungsabfall und Wirkungsgrad beider Transformatoren?

Lösung:

a) Leistung: Beide Transformatoren werden gleiche Erwärmung aufweisen, wenn sie gleiche Verluste haben; da nach Voraussetzung die Eisenverluste beider Transformatoren gleich sind, müssen daher auch die Stromwärmeverluste gleich sein, das heißt: $i^2 . W = i_1^2 . W_1$ und $J^2 . w = J_1^2 . w_1$; daraus ergibt sich das Verhältnis der zulässigen Ströme mit

$$\frac{i_1}{i} = \sqrt{\frac{W}{W_1}} \text{ und } \frac{J_1}{J} = \sqrt{\frac{w}{w_1}};$$

substituiert man das Verhältnis der Widerstände nach Gleichung 1), so erhält man das Verhältnis der zulässigen Ströme zu

$$\frac{i_1}{i} = \frac{J_1}{J} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \quad \ldots\ldots 2).$$

Gleichung 2) gibt auch schon das Verhältnis der Leitungen an, wenn man die vereinfachende Annahme macht, daß die kVA-Leistung dem Strom direkt proportional ist; diese Vereinfachung ist ohne weiteres zulässig, da der Leerstrom normaler Transformatoren nur wenige Prozente des Laststromes beträgt; der Strom, den der Transformator aufnimmt, ergibt sich durch rechtwinkelige geometrische Addition des Laststromes mit dem Leerstrom; es wird somit der vom Transformator aufgenommene Strom nur sehr wenig von dem der kVA-Leistung entsprechenden Strom verschieden sein. Diese Annahme soll daher auch im folgenden beibehalten werden.

b) Spannungsabfall. Durch Multiplikation der Gleichungen 1) und 2) erhält man das Verhältnis der Ohmschen Spannungsabfälle, und zwar in der Oberspannungswicklung mit

$$\frac{i_1 . W_1}{i . W} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} . \frac{\rho}{\rho_1} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}};$$

das gleiche Verhältnis ergibt sich für die Unterspannungswicklung; folglich muß auch für das Verhältnis der Gesamtspannungsabfälle als Summe der auf eine Wicklung reduzierten Teilspannungsabfälle das gleiche Verhältnis gelten, das heißt

$$\frac{e_{01}}{e_0} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}} \quad \ldots\ldots 3).$$

Der induktive Spannungsabfall (Streuspannung) ist proportional der Stromstärke; für das Verhältnis der Streuspannungen gilt somit das gleiche wie für die zulässigen Ströme, das heißt

$$\frac{e_{s1}}{e_s} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \quad \ldots\ldots 4).$$

Der Ohmsche und der induktive Spannungsabfall des Ersatztransformators befolgen somit, bezogen auf die gleichartigen Spannungsabfälle des Kupfertransformators, das Gesetz einer Geraden.

Aus dem Ohmschen Spannungsabfall 3) und der Streuspannung 4) ergibt sich die Kurzschlußspannung, und zwar

$$e_k = \sqrt{e_0^2 + e_s^2} \quad \ldots\ldots 5)$$

für den Kupfertransformator und

$$e_{k1} = \sqrt{e_{01}^2 + e_{s1}^2} \quad \ldots\ldots 5a)$$

für den Ersatztransformator.

Setzt man Gleichung 3) und 4) in Gleichung 5a) ein, so erhält man die Kurzschlußspannung des Ersatztransformators als Funktion von Größen des Kupfertransformators, und zwar

$$e_{k1} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_1} . e_0^2 + \frac{\rho_1}{\rho} . e_s^2} \quad \ldots\ldots 5b).$$

Ein Verhältnis von $\frac{e_{k1}}{e_k}$ aufzustellen, hat wenig praktischen Wert, da dies nur wieder als Funktion eines Verhältnisses von $\frac{e_s}{e_0}$ möglich wäre; es führen die Gleichungen 5a) und 5b) rascher zum Ziele.

Aus den bis jetzt berechneten Größen läßt sich der Spannungsabfall bei Vollast und einer Phasenverschiebung φ wie folgt bestimmen:

$$e_{\cos\varphi} = e_s . \sin\varphi + e_0 . \cos\varphi = \sqrt{e_k^2 - e_0^2} \times \times \sqrt{1 - \cos^2\varphi} + e_0 . \cos\varphi \quad \ldots\ldots 6)$$

für den Kupfertransformator und

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} e_{1\cos\varphi} &= e_{s_1}\,.\,\sin\varphi + e_{01}\,.\,\cos\varphi = \sqrt{e_{k_1}^2 - e_{01}^2}\times \\ &\times\sqrt{1-\cos^2\varphi} + e_{01}\,.\,\cos\varphi \end{aligned}\right\} \quad 6a)$$

für den Ersatztransformator.

Ersetzt man in Gleichung 6a) die einzelnen Größen durch die Gleichungen 3), 4), 5), so ergibt sich der Spannungsabfall des Ersatztransformators bei Vollast und einer Phasenverschiebung φ, ausgedrückt nur durch Größen des Kupfertransformators, zu

$$\left.\begin{aligned} e_{1\cos\varphi} &= e_s\,.\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\,.\,\sin\varphi + e_0\,.\sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}}\,.\,\cos\varphi = \\ &= \sqrt{(e_k^2 - e_0^2)\,.\,\frac{\rho_1}{\rho}}\,.\sqrt{1-\cos^2\varphi} + e_0\,.\sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}}\,.\cos\varphi \end{aligned}\right\} \quad 6b).$$

c) Wirkungsgrad: Bei Ableitung der Gleichung für den Wirkungsgrad des Ersatztransformators gehen wir vom Wirkungsgrad η des Kupfertransformators bei Vollast und $\cos\varphi = 1$ aus: Es sei die abgegebene Leistung des Kupfertransformators $=$ kVA und die Verluste des Kupfer- und somit auch jene des Ersatztransformators $= \Sigma V$; nach Gleichung 2) ist die abgegebene Leistung des Ersatztransformators

$$= \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\,.\,\text{kVA}.$$

Setzen wir beim Kupfertransformator die abgegebene Leistung kVA $= \eta$ und die aufgenommene Leistung kVA $+ \Sigma V = 1$, so ergeben sich die Verluste des Kupfer- bezw. des Ersatztransformators $\Sigma V = 1 - \eta$; die Leistung des Ersatz-Transformators ist somit $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\,.\,\eta$.

Aus der Definition des Wirkungsgrades als Verhältnis der abgegebenen zur zugeführten Leistung folgt der Wirkungsgrad des Kupfertransformators mit

$$\eta_{\cos\varphi} = \frac{\eta\,.\,\cos\varphi}{\eta\,.\,\cos\varphi + 1 - \eta} = \frac{\eta\,.\,\cos\varphi}{1-\eta(1-\cos\varphi)} \quad . \quad 7)$$

und der Wirkungsgrad des Ersatztransformators zu

$$\left.\begin{aligned} \eta_{1\cos\varphi} &= \frac{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\,.\,\eta\,.\,\cos\varphi}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\,.\,\eta\,.\,\cos\varphi + 1 - \eta} = \\ &= \frac{\eta\,.\,\cos\varphi\,.\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}{1-\eta\left(1-\cos\varphi\,.\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right)} \end{aligned}\right\} \quad . \quad 7a).$$

Mit Gleichung 7) läßt sich für jeden Transformator, von dem nur der Wirkungsgrad η bei induktionsfreier Last bekannt ist, der Wirkungsgrad bei Vollast und einer beliebigen Phasenverschiebung φ berechnen, ohne daß die Leistung des Transformators selbst bekannt zu sein braucht.

Analog gestattet Gleichung 7a) die Berechnung des Vollastwirkungsgrades bei induktionsfreier und beliebig induktiver Last eines Ersatztransformators, wenn nur der Vollastwirkungsgrad bei induktionsfreier Last des Kupfertransformators vorliegt; auch Gleichung 7a) ist von der Leistung des Transformators unabhängig.

Da die Gleichungen 7) und 7a) von der absoluten Größe der Leistung unabhängig sind, haben sie allgemeine Verwendbarkeit; es ist daher von Interesse, diese Gleichungen näher zu untersuchen und sie graphisch darzustellen, da man dadurch einen raschen Überblick über die Wirkungsgrade des Ersatztransformators im Vergleich zu den Wirkungsgraden des Kupfertransformators erlangt.

Da für $\rho = \rho_1$ die Gleichung 7a) in Gleichung 7) übergeht, genügt es, die Gleichung 7a) als die allgemeinere von beiden zu untersuchen.

Setzen wir der einfacheren Schreibweise halber:

$$\left.\begin{aligned} \cos\varphi\,.\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} &= c \\ 1-\cos\varphi\,.\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} &= d \end{aligned}\right\} \text{ und somit } d = 1-c \quad \Big\} \quad 8),$$

so ist aus Gleichung 7a)

$$\eta_{1\cos\varphi} = \frac{c\,.\,\eta}{1-d\,\eta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 8a);$$

um den Charakter der Wirkungsgradkurve zu bestimmen, transformieren wir diese Gleichung in ein neues Koordinatensystem mit x als Abszisse und y als Ordinate; die Transformationsgleichungen lauten dann

$$\left.\begin{aligned} \eta &= x + m \\ \eta_{1\cos\varphi} &= y + n \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9);$$

dabei sind m und n die Koordinaten des Ursprunges O_1 des neuen Koordinatensystems, bezogen auf das ursprüngliche nach Abb. 1.

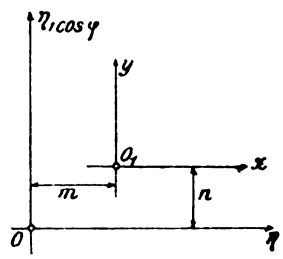


Abb. 1.

Unter Einsetzung der Gleichungen 9) in Gleichung 8a) erhalten wir die Gleichung der Wirkungsgradkurve, bezogen auf das neue Koordinatensystem mit

$$y + n - d\,(x+m)\,(y+n) - c\,(x+m) = 0;$$

die weitere Umformung ergibt dann:

$$y + n - d\,x\,y - d\,x\,n - d\,m\,y - d\,m\,n - c\,x - c\,m = 0,$$

$$-d\,x\,y - x(d\,n + c) + y(1 - d\,m) + n - d\,m\,n - c\,m = 0;$$

um die Glieder mit x und y in der ersten Potenz zu eliminieren, setzen wir die Koeffizienten dieser Glieder gleich Null und erhalten so Bestimmungsgleichungen für die Größen m und n; es ist daher

$$\left.\begin{aligned} d\,n + c &= 0 \\ 1 - d\,m &= 0 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10);$$

daraus ergibt sich unter Verwendung der Gleichungen 8)

$$\left.\begin{aligned} m &= \frac{1}{d} = \frac{1}{1-\cos\varphi\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} \\ n &= -\frac{c}{d} = -\frac{\cos\varphi\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}{1-\cos\varphi\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad 11).$$

Die Gleichung vereinfacht sich nun auf folgende Form:

$$-d\,x\,y + n - d\,m\,n - c\,m = 0;$$

setzen wir die Werte für m und n nach Gleichung 11) ein, so ergibt sich

Digitized by Google

$$-d\,x\,y-\frac{c}{d}+d\cdot\frac{1}{d}\cdot\frac{c}{d}-c\cdot\frac{1}{d}=0$$

und daher

$$x\,y=-\frac{c}{d^2} \quad \ldots\ldots \quad 12).$$

Die Wirkungsgrade des Ersatztransformators bei verschiedenen Phasenverschiebungen φ, bezogen auf den Wirkungsgrad des Kupfertransformators bei induktionsfreier Last sind somit durch eine Schar gleichseitiger, das heißt auf ihre Asymptoten als Achsen eines rechtwinkeligen Koordinatensystems bezogener Hyperbeln dargestellt, deren Äste im zweiten und vierten Quadranten liegen; da die Wirkungsgrade des Ersatztransformators nur positive Werte sein können, kommen hier nur die im zweiten Quadranten liegenden Hyperbeläste in Betracht. Die Koordinaten der Mittelpunkte dieser Hyperbeln sind m und n; da nach Gleichung 8) $d=1-c$ ist, folgt aus Gleichung 11)

$$m+n=\frac{1}{d}-\frac{c}{d}=\frac{1-c}{d}=1 \quad \ldots \quad 13),$$

das heißt die Mittelpunkte aller dieser Hyperbeln liegen auf einer Geraden; die Gleichung 13) dieser Geraden zeigt, daß der Ordinatenabschnitt dieser Geraden $+1$ ist und daß sie unter $-45°$ gegen die Abszissenachse geneigt ist.

Aus Gleichung 7a) folgt, daß für $\eta_l=1$ (verlustloser Transformator) auch $\eta_{l\cos\varphi}=1$ und für $\eta_l=0$ auch $\eta_{l\cos\varphi}=0$ wird, das heißt alle Wirkungsgradhyperbeln müssen durch diese beiden Punkte gehen; die Mittelpunktsgerade 13) der Wirkungsgradhyperbeln ist somit die Symmetrale dieser beiden Punkte.

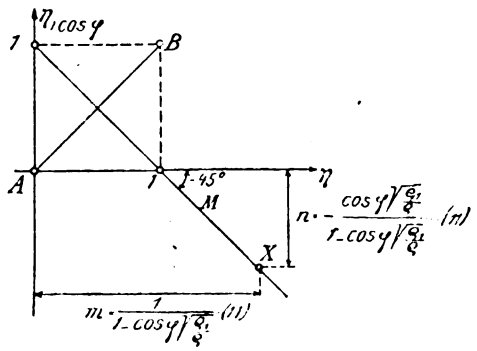


Abb. 2.

Ohne noch ein bestimmtes Ersatzmetall herauszugreifen, ergibt sich gemeinsam für die graphische Darstellung der Wirkungsgrade aller Ersatztransformatoren Abb. 2.

1. Alle Wirkungsgradhyperbeln gehen durch die Punkte A und B.

2. Die Mittelpunkte X aller Wirkungsgradhyperbeln liegen auf der Geraden M.

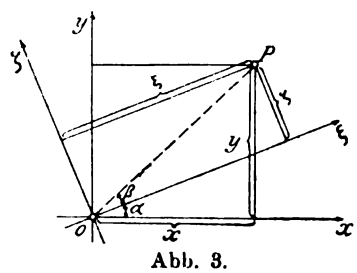


Abb. 3.

Um die Größe der Achsen der Hyperbeln zu bestimmen drehen wir das Koordinatensystem um einen vorläufig noch unbekannten Winkel α; die neuen Koordinaten ξ und ζ sind nach Abb. 3 durch folgende Gleichungen dargestellt:

Für $\overline{OP}=1$ ist:

$$\left.\begin{aligned}\xi&=\cos\beta\\ \zeta&=\sin\beta\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 13a),$$

Es ist dann:

$$x=\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta$$

und

$$y=\sin(\alpha+\beta)=\sin\alpha\cos\beta+\sin\beta\cos\alpha;$$

unter Verwendung der Gleichungen 13a) erhalten wir die Transformationsgleichungen:

$$\left.\begin{aligned}x&=\xi\,.\cos\alpha-\zeta\,.\sin\alpha\\ y&=\xi\,.\sin\alpha+\zeta\,.\cos\alpha\end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad 14).$$

Setzt man die Gleichungen 14) in Gleichung 12) ein, so erhält man:

$$-\frac{c}{d^2}=\xi^2\sin\alpha\cos\alpha+\xi\zeta\cos^2\alpha-\xi\zeta\sin^2\alpha-\zeta^2\sin\alpha\cos\alpha,$$

$$-\frac{c}{d^2}=(\xi^2-\zeta^2)\sin\alpha\cos\alpha+\xi\zeta(\cos^2\alpha-\sin^2\alpha)\ldots\ldots\times 2,$$

$$-\frac{2c}{d^2}=(\xi^2-\zeta^2)\sin 2\alpha+2\xi\zeta\cos 2\alpha;$$

um das Glied mit $\xi\zeta$ zum Verschwinden zu bringen, setzen wir den Koeffizienten desselben gleich Null und erhalten daraus eine Bestimmungsgleichung für den Winkel α:

$$2\cos 2\alpha=0, \text{ das heißt } \alpha=45°;$$

die Gleichung der Hyperbel geht dann in folgende Form über:

$$-\frac{2c}{d^2}=\xi^2-\zeta^2;$$

entwickeln wir daraus die Segmentengleichung, so erhalten wir:

$$-\frac{\frac{\xi^2}{2c}}{\frac{d^2}{}}+\frac{\frac{\zeta^2}{2c}}{\frac{d^2}{}}=1 \quad \ldots\ldots \quad 15)$$

Aus Gleichung 15) folgen die Achsen der Hyperbeln mit

$$a=b=\sqrt{\frac{2c}{d^2}}=\frac{1}{d}\sqrt{2c};$$

ersetzen wir die Größen c und d nach Gleichung 8), so erhalten wir die Hyperbelachsen endgültig mit

$$a=b=\frac{1}{1-\cos\varphi\sqrt{\frac{\varrho_1}{\varrho}}}\cdot\sqrt{2\sqrt{\frac{\varrho_1}{\varrho}}\,.\cos\varphi} \quad . 16).$$

Da die Wirkungsgrade des Ersatztransformators durch Hyperbeln dargestellt sind, die in Abb. 1 durch die Punkte A und B gehen, und die Gerade $\overline{AB}$ auch die Wirkungsgrade des Kupfertransformators darstellt, muß es einen bestimmten Wert η_l' des Kupfertransformators geben, für den die Abweichung des Wirkungsgrades des Ersatztransformators vom Wirkungsgrad des Kupfertransformators, also der Wert $f=\eta_l-\eta_{l\cos\varphi}$ ein Maximum wird; um diesen Wert η_l' zu finden, stellen wir mit Hilfe der Gleichung 8a) den allgemeinen Ausdruck für f auf:

$$f=\eta-\eta_{l\cos\varphi}=\eta-\frac{c\,.\,\eta}{1-d\,.\,\eta}=$$

$$=\frac{\eta(1-c)-d\,.\,\eta^2}{1-d\,.\,\eta}=\frac{d\,.\,\eta-d\,.\,\eta^2}{1-d\,.\,\eta} \quad \ldots \quad 17).$$

Um den Maximalwert von f zu finden, setzen wir den Differentialquotienten $\frac{df}{d\eta}=0$ und erhalten damit eine Bestimmungsgleichung für η_l':

$$\frac{df}{d\eta_l}=\frac{(1-d\,.\,\eta)(d-2d\,.\,\eta)-[d\,.\,\eta-d\,.\,\eta^2]\,.\,(-d)}{(1-d\,.\,\eta)^2};$$

Digitized by Google

Dieser Ausdruck wird Null, wenn der Zähler Null wird, da der Fall eines ∞ großen Nenners für uns keine Bedeutung hat; es ergibt sich somit folgende Bestimmungsgleichung für η_1':

$$(1 - d \cdot \eta_1')(d - 2d \cdot \eta_1') + [d \cdot \eta_1' - d \cdot \eta_1'^2] \cdot d = 0,$$

$$d - 2d \cdot \eta_1' - d^2 \cdot \eta_1' + 2d^2 \cdot \eta_1'^2 - d^2 \cdot \eta_1' - d^2 \cdot \eta_1'^2 = 0 \mid : d,$$

$$d \cdot \eta_1'^2 - 2\eta_1' + 1 = 0,$$

$$\eta_1' = \frac{2 \pm \sqrt{4 - 4d}}{2d} = \frac{1 \pm \sqrt{1 - d}}{d};$$

das + Zeichen ergibt keinen brauchbaren Wert, da η_1' nach Begriff unbedingt kleiner als 1 sein muß; unter Verwendung der Gleichung 8) ergibt sich der Wert

$$\eta_1' = \frac{1 - \sqrt{\cos\varphi \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}}{1 - \cos\varphi \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} \quad \ldots \quad 18)$$

für den die Abweichung f ein Maximum wird;

f_{max} ist am schnellsten nach Gleichung 17) als Differenz der aus Gleichung 18) und Gleichung 7a) gerechneten Werte η_1' und $\eta_{1\cos\varphi}'$ zu rechnen, da der allgemeine Ausdruck für f_{max}, der sich durch Einsetzen der Gleichung 18) in Gleichung 17) ergibt, wenig übersichtlich ist.

Die Wirkungsgradhyperbel für $\cos\varphi = 1$ läßt nach Gleichung 7a) noch eine zweite Deutung zu, und zwar: Faßt man die Abszissen als Wirkungsgrad des Kupfertransformators bei Vollast und einer Phasenverschiebung φ auf, so bedeuten die Ordinaten der Kurve $\cos\varphi = 1$ die Vollastwirkungsgrade des Ersatztransformators bei der gleichen Phasenverschiebung φ. Der Beweis hiefür liegt in der Gleichung 7a) selbst, da der Zähler $\eta_1 \cdot \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \cdot \cos\varphi$ die abgegebene kW-Leistung des Ersatztransformators bei der Phasenverschiebung φ bedeutet, während der Nenner $\left(\eta_1 \cdot \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \cdot \cos\varphi\right) + (1 - \eta_1)$ die Summe aus der abgegebenen kW-Leistung und den Verlusten, also die zugeführte Leistung, darstellt.

Eine der Gleichung 7a) entsprechende Wirkungsgradgleichung für Teilbelastungen aufzustellen, hat wenig praktischen Wert, da dies nur unter Voraussetzung eines bestimmten Verhältnisses von Stromwärmeverlusten zu den Eisenverlusten möglich wäre; dieses Verhältnis ist aber je nach dem Verwendungszweck des Transformators verschieden. Hier gelangt man durch die fallweise Rechnung rascher zum Ziele.

Unter Verwendung der in der Einleitung angegebenen Werte für die Leitfähigkeit ergibt sich für den Aluminium- und den Zinktransformator folgende allgemein gültige Zusammenstellung:

	Nach Gleichung	Kupfertransformator	Aluminiumtransformator	Zinktransformator
Leistung bezw. Stromdichte	2)	1	0·784	0·546
Gewicht des Wickelmateriales	1a)	1	0·803	0·809
Ohmscher Spannungsabfall e_0	3)	1	1·278	1·790
Induktiver Spannungsabfall (Streuspannung) e_s	4)	1	0·784	0·546
Kurzschlußspannung e_k	5)	(5)	5a) bezw. 5b)	5a) bezw. 5b)
Spannungsabfall bei Vollast und einer Phasenverschiebung φ	6)	(6)	6a) bezw. 6b)	6a) bezw. 6b)
Wirkungsgrad	7)	(7)	7a)	7a)

Im vorhergehenden Abschnitte wurde nachgewiesen, daß der Ohmsche Spannungsabfall, die Streuspannung und der Wirkungsgrad mit Vorteil graphisch

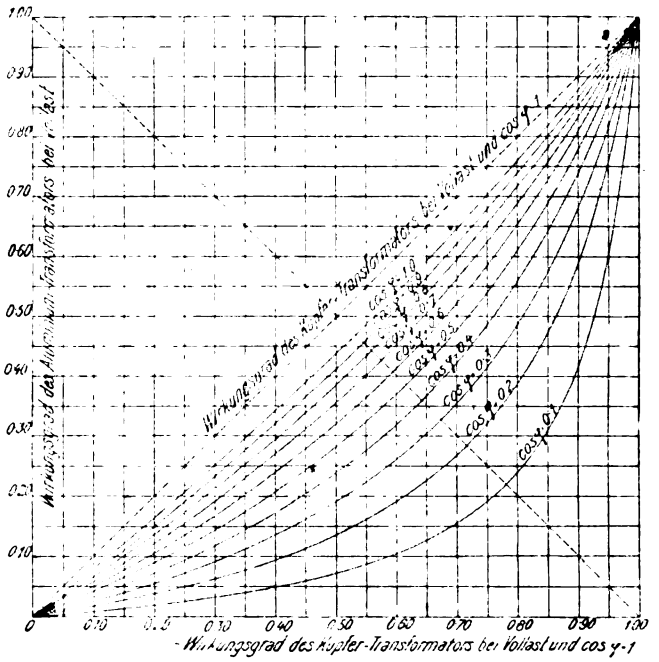


Abb. 4. Vergleich des Aluminiumtransformators mit dem Kupfertransformator. Wirkungsgrad.

dargestellt werden können; diese Darstellung ist für den Aluminiumtransformator in den Abb. 4 und 5, für den Zinktransformator in den Abb. 6 und 7 enthalten.

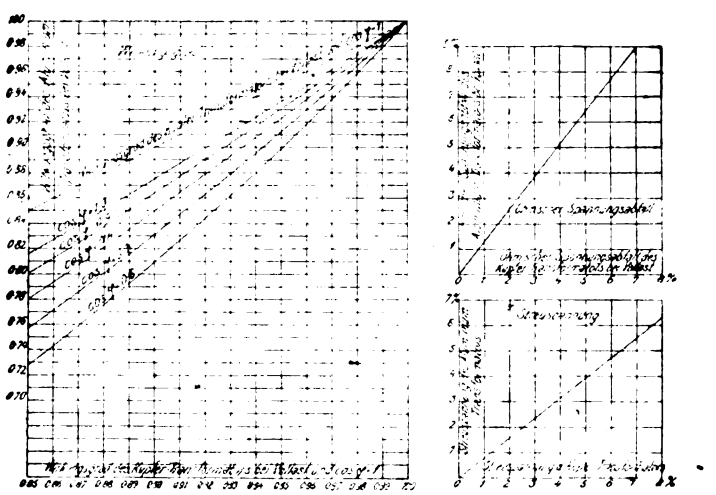


Abb. 5. Vergleich des Aluminiumtransformators mit dem Kupfertransformator.

Aus den Abb. 4 und 6 ist der Gesamtverlauf der Wirkungsgradhyperbeln nach Gleichung 7a) ersichtlich; es kann für jeden Kupfertransformator, dessen Wirkungsgrad für Vollast und $\cos\varphi = 1$ bekannt ist, der Vollastwirkungsgrad des entsprechenden Aluminium- bezw. Zinktransformators entnommen werden, und zwar für induktionsfreie Belastung (Kurve $\cos\varphi = 1$) und für induktive Belastung (Kurven $\cos\varphi = 0{\cdot}9$ bis $\cos\varphi = 0{\cdot}1$).

Digitized by Google

Für den praktischen Gebrauch sind die Abb. 5 und 7 bei entsprechender Wahl des Maßstabes verwendbar; hier sind die Wirkungsgrade des Aluminium- bezw. Zinktransformators für die praktisch vorkommenden Wirkungsgrade von Kupfertransformatoren von

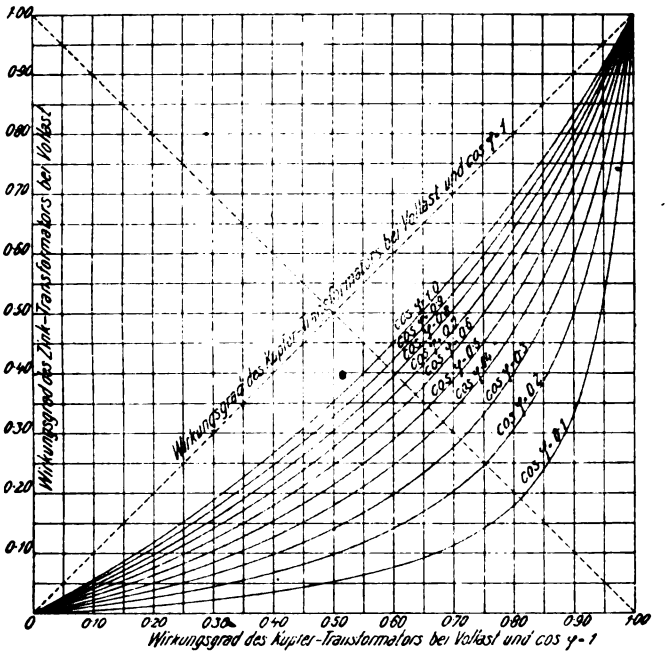


Abb. 6. Vergleich des Zinktransformators mit dem Kupfertransformator. Wirkungsgrad.

0·85 — 1·00 für $\cos\varphi = 1$ bis $\cos\varphi = 0{\cdot}6$ dargestellt; ferner enthalten diese Abbildungen noch den Ohmschen Spannungsabfall nach Gleichung 3) und die Streuspannung nach Gleichung 4) für den Aluminium- bezw. Zinktransformator in Abhängigkeit von den gleichen Größen des Kupfertransformators.

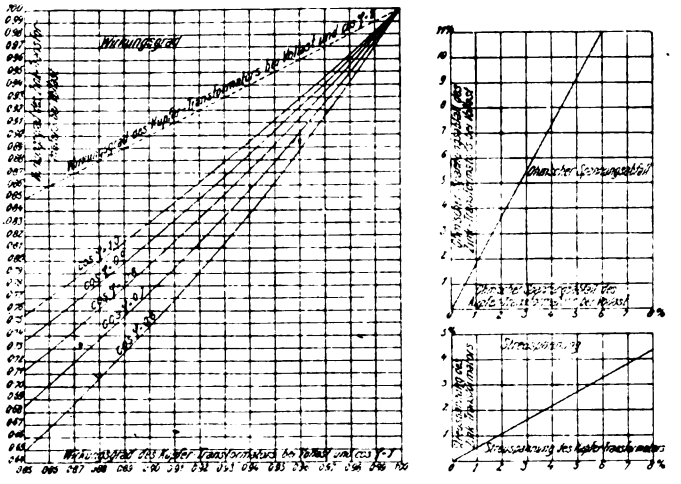


Abb. 7. Vergleich des Zinktransformators mit dem Kupfertransformator.

Es ist noch von Interesse, für den Aluminium- und Zinktransformator die Maximalabweichung f_{max} des Wirkungsgrades von dem des Kupfertransformators nach Gleichung 17) und 18) festzustellen:

Für $\cos\varphi = 1$ ergibt sich nach Gleichung 18) für den Aluminiumtransformator

$$\underline{\eta'} = \frac{1 - \sqrt[4]{\frac{35}{57}}}{1 - \sqrt{\frac{35}{57}}} = \underline{0{\cdot}5325}$$

und für den Zinktransformator

$$\underline{\eta'} = \frac{1 - \sqrt[4]{\frac{17}{57}}}{1 - \sqrt{\frac{17}{57}}} = \underline{0{\cdot}577}.$$

Für diese Werte η' folgt aus Gleichung 7a) für den Aluminiumtransformator

$$\underline{\eta_1'} = \frac{0{\cdot}5325\sqrt{\frac{35}{57}}}{1 - 0{\cdot}5325\left(1 - \sqrt{\frac{35}{57}}\right)} = \underline{0{\cdot}472}$$

und für den Zinktransformator

$$\underline{\eta_1'} = \frac{0{\cdot}577\sqrt{\frac{17}{57}}}{1 - 0{\cdot}577\left(1 - \sqrt{\frac{17}{57}}\right)} = \underline{0{\cdot}427}.$$

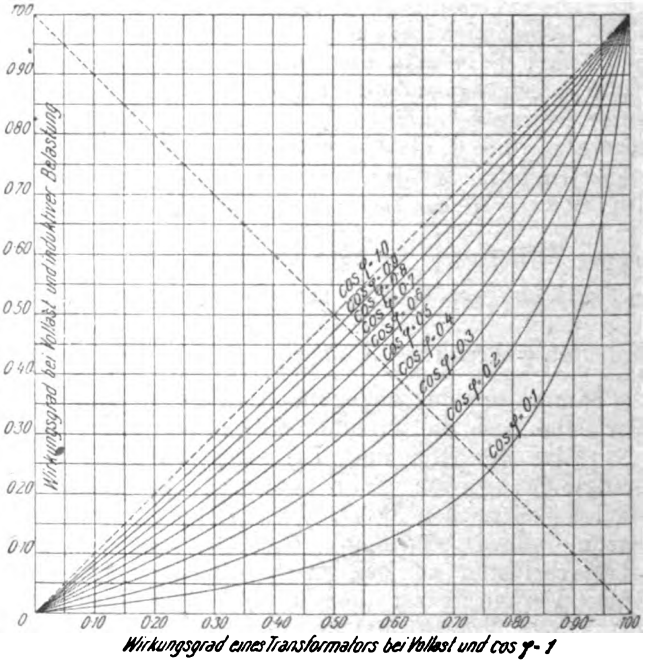


Abb. 8. Der Wirkungsgrad eines Transformators bei induktiver Belastung als Funktion des Wirkungsgrades bei induktionsfreier Belastung.

Aus Gleichung 17) ist nun $f_{max} = \eta' - \eta_1'$ zu rechnen, und zwar für den Aluminiumtransformator

$$\underline{f_{max}} = 0{\cdot}5325 - 0{\cdot}472 = \underline{0{\cdot}0605}$$

und für den Zinktransformator

$$\underline{f_{max}} = 0{\cdot}577 - 0{\cdot}427 = \underline{0{\cdot}15}.$$

Unter Berücksichtigung der zweifachen Deutung der Wirkungsgradkurve $\cos\varphi = 1$ läßt sich somit folgendes sagen:

Beim Aluminiumtransformator beträgt sowohl bei induktionsfreier Belastung als auch bei jeder induk-

Digitized by Google

tiven Belastung die größte überhaupt mögliche Abweichung des Vollastwirkungsgrades vom analogen Wirkungsgrad des Kupfertransformators 6·05%, beim Zinktransformator hingegen 15%. Diese Maximalabweichungen treten für Aluminiumwicklungen bei einem Wirkungsgrad des Kupfertransformators von $\eta_i' = 53{\cdot}25\%$, für Zinkwicklungen bei einem Wirkungsgrad des Kupfertransformators von $\eta' = 57{\cdot}7\%$ auf. Da bei den normalen Kupfertransformatoren die Vollast-Wirkungsgrade wesentlich höher als 53·25% bezw. 57·7% sind, werden die Wirkungsgrad-Abweichungen des Aluminium- bezw. Zinktransformators immer kleiner als 6·05% bezw. 15% sein.

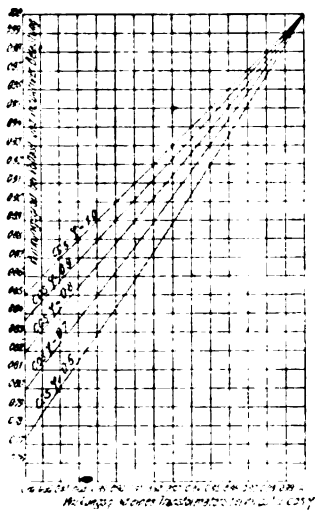


Abb. 9. Der Wirkungsgrad eines Transformators bei induktiver Belastung als Funktion des Wirkungsgrades bei induktionsfreier Belastung.

In den Abb. 8 und 9 ist nach Gleichung 7) der Vollastwirkungsgrad eines beliebigen Transformators bei induktiver Belastung als Funktion des Wirkungsgrades bei induktionsfreier Belastung dargestellt. Man kann daraus unabhängig von der Leistung für jeden Transformator, von dem nur der Wirkungsgrad bei induktionsfreier Belastung bekannt ist, den Wirkungsgrad bei einer beliebigen Phasenverschiebung φ ablesen.

In den beiden folgenden Beispielen soll die Anwendung der verschiedenen Kurven bezw. der abgeleiteten Gleichungen gezeigt werden:

1. Beispiel: Von einem Drehstrom-Kupfertransformator mit natürlicher Ölkühlung seien folgende Daten bekannt:

Leistung: 50 kVA;
Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos\varphi = 1$: $\eta_{\cos\varphi=1} = 96{\cdot}95\%$;
Ohmscher Spannungsabfall $e_0 = 2{\cdot}15\%$,
Kurzschlußspannung $e_k = 3{\cdot}21\%$.

Was leistet diese Type mit Aluminiumwicklung und wie groß sind Wirkungsgrad und Spannungsabfall bei Vollast und $\cos\varphi = 1$ und 0·8?

Für den Kupfertransformator ist:

nach Gleichung 5) die Streuspannung

$$e_s = \sqrt{3{\cdot}21^2 - 2{\cdot}15^2} = 2{\cdot}38\%;$$

nach Gleichung 6) der Spannungsabfall bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$:

$$e_{\cos\varphi=0{\cdot}8} = \sqrt{3{\cdot}21^2 - 2{\cdot}15^2}\,.\,\sqrt{1-0{\cdot}8^2} + 2{\cdot}15\,.\,0{\cdot}8 = 3{\cdot}15\%;$$

nach Gleichung 7) der Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$:

$$\eta_{\cos\varphi=0{\cdot}8} = \frac{0{\cdot}9695\,.\,0{\cdot}8}{1-0{\cdot}9695\,(1-0{\cdot}8)} = 0{\cdot}9622;$$

(der Wert $\eta_{\cos\varphi=0{\cdot}8} = 0{\cdot}9622$ kann jedoch ohne weitere Rechnung aus Abb. 9 abgelesen werden.)

Für den Aluminiumtransformator ist:

nach Gleichung 2) die Leistung $= 50\,.\,0{\cdot}784 = 39{\cdot}2$ kVA,

nach Gleichung 3) der Ohmsche Spannungsabfall

$$e_{o1} = 2{\cdot}15\,.\,1{\cdot}278 = 2{\cdot}74\%,$$

nach Gleichung 4) die Streuspannung

$$e_{s1} = 2{\cdot}38\,.\,0{\cdot}784 = 1{\cdot}865\%.$$

(die Werte e_{o1} und e_{s1} können direkt aus Abb. 5 abgelesen werden.)

nach Gleichung 5b) die Kurzschlußspannung

$$e_{k1} = \sqrt{2{\cdot}15^2\,.\,\frac{57}{35} + 2{\cdot}38^2\,.\,\frac{35}{57}} = 3{\cdot}32\%,$$

nach Gleichung 6b) der Spannungsabfall bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$:

$$e_{1\cos\varphi=0{\cdot}8} = \sqrt{(3{\cdot}21^2 - 2{\cdot}15^2)\,.\,0{\cdot}784}\times$$
$$\times\sqrt{1-0{\cdot}8^2} + 2{\cdot}15\,.\,1{\cdot}278\,.\,0{\cdot}8 = 3{\cdot}345\%,$$

nach Gleichung 7a) der Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos\varphi = 1$:

$$\eta_{1\cos\varphi=1} = \frac{0{\cdot}9695\,.\,0{\cdot}784}{1-0{\cdot}9695\,(1-0{\cdot}784)} = 0{\cdot}961,$$

nach Gleichung 7a) der Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$:

$$\eta_{1\cos\varphi=0{\cdot}8} = \frac{0{\cdot}9695\,.\,0{\cdot}8\,.\,0{\cdot}784}{1-0{\cdot}9695\,(1-0{\cdot}8\,.\,0{\cdot}784)} = 0{\cdot}9525.$$

(die Werte $\eta_{1\cos\varphi=1}$ und $\eta_{1\cos\varphi=0{\cdot}8}$ können direkt aus Abb. 5 abgelesen werden.)

2. Beispiel: Von dem Kupfertransformator des 1. Beispieles sei außer Leistung, Ohmschem Spannungsabfall und Kurzschlußspannung nur der Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$ $\eta_{\cos\varphi=0{\cdot}8} = 96{\cdot}22\%$ bekannt.

Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Transformators bei Ausführung mit Aluminiumwicklung bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$?

Unter Berücksichtigung der zweifachen Deutung der Wirkungsgradhyperbel für $\cos\varphi = 1$ läßt sich diese Aufgabe mit Hilfe der Abb. 5 sofort lösen, und zwar finden wir zu $\eta_{\cos\varphi=0{\cdot}8} = 0{\cdot}9622$ als Abszisse aus der Kurve für $\cos\varphi = 1$ die Ordinate mit 0·9525, die schon den gesuchten Wirkungsgrad des Aluminiumtransformators bei Vollast und $\cos\varphi = 0{\cdot}8$ darstellt.

(Fortsetzung folgt.)

Aufbau der Läufer von Turbogeneratoren.

Von **F. Niethammer**, Prag.

Das rotierende Polrad eines Drehstrom-Turbogenerator mit in Nuten verteilter Erregerwicklung besteht entweder aus einem vollständig massiven Schmiedestück, an das auch die Lagerzapfen angeschmiedet sind oder es wird aus gewalzten Scheiben mehr oder minder großer Stärke aufgebaut, wobei ein Einblick in die innere Gesundheit des Materials leichter möglich ist als bei massiven Klötzen. Im zweiten Falle kann die Ausführung verschieden sein, nämlich man kann in der Mitte der Scheiben ein Loch ausbohren und sie auf eine besondere Welle mit festem Sitz aufschieben oder aber die ineinandergefügten 50 mm starken Scheiben werden nach dem Vorschlag Behrend durch vier lange starke Bolzen nahe dem Umfang mit den Lagerzapfen zusammengeflanscht, die großen Löcher in der Scheibenmitte und die besondere Welle entfallen dann; die Nickel-Chrombolzen haben hohe Montagespannungen. Bekanntlich treten am inneren Scheibenrand der in der Mitte angebohrten Scheiben wesentlich höhere tangentielle Beanspruchungen auf, als bei im Zentrum nicht angebohrten Scheiben. Die rasch wechselnden Beanspruchungen führen allerdings zu Überanstrengung des Bolzenmateriales vor allem im Gewinde der Behrendschen Konstruktion. Beim Zusammenbau der Scheiben macht die Einhaltung der genauen Paßsitze Schwierigkeit, mit der Zeit ist eine Lockerung des Zusammenbaues möglich. Barclay hat in der Institution of Electrical Engineers London die Eigenschaften der verschiedenen Konstruktionen besprochen, was zu einer ziemlich eingehenden Diskussion geführt hat. Beim massiven geschmiedeten Rotor tritt die höchste Beanspruchung im Zahn, nicht im Rotorkörper auf. Bei 3000 U. p. min und maximal 10000 kVA sollte der äußere Rotordurchmesser unter Berücksichtigung von 20% Überdrehzahl 810 mm nicht überschreiten*), was

*) Man geht selbst bis auf 900 mm bei 3000 U. p. min und 1500 mm bei 1500 U. p. min. Man geht bereits auf 15000 kW bei 3000 U. p. min.

Digitized by Google

zu etwa 130 m/s Umfangsgeschwindigkeit und bei der Überdrehzahl zu etwa 150 m/s führt. Für 1500 und 1800 U. p. min geht man bei 50000 kW auf gegen 1400 mm Rotordurchmesser bei 150 mm Nutentiefe, darunter ein Lüftekanal von 100 mm Tiefe. Dabei erfährt die Spulenisolation eine Pressung von etwas über 3 kg/mm². Für die verteilte Erregerwicklung werden vielfach 6 bis 8 Spulen pro Pol gewählt; weniger Spulen und breitere Kupferstreifen wären besser. Für den massiven Rotor, der die betriebsmäßigen Stöße und Erschütterungen auszuhalten hat und durchaus gesund sein muß, kommt in Öl langsam abgelöschter feinkörniger Stahl, wie er für Eisenbahnachsen benutzt wird, mit 0·38% Kohlenstoff in Frage, und zwar mit einer Bruchfestigkeit von etwa 60 kg/mm², einer Fließgrenze von etwa 33 kg/mm², 22% Dehnung auf 51 mm Länge und 40% Querschnittskontraktion. Eine Sicherheit 2 : 1 gegenüber der Fließgrenze ist ausreichend. Legierter Stahl, zum Beispiel Stahl mit 3½% Nickel wird leicht stellenweise löcherig oder ungesund und ist nicht zu empfehlen. Für alle Leistungen bei 2400 bis 3600 U. p. min kann man den Rotor in einem massiven Schmiedestücke herstellen, nur bei sehr großen Leistungen und 1500 bis 1800 U. p. min geht das nicht mehr. Dann wird ein massiver Hohlzylinder geschmiedet und an beiden Enden die Zapfen angeflanscht oder eine durchgehende Welle benutzt; in diesem Falle kann der Herstellung der Innenseite des Hohlzylinders, wo die höchste Beanspruchung auftritt, die nötige Sorgfalt gewidmet werden. Die Welle ist stets so zu entwerfen, daß alle scharfen und plötzlichen Übergänge vermieden werden. Für die ringförmigen Hauben zum Festhalten der Stirnverbindungen am Rotor dient nichtmagnetische Manganbronze, die bezüglich Elastizität zu wünschen läßt, mit gegen 70 kg/mm² Festigkeit, 35 kg/mm² Fließgrenze und 20% Dehnung. Die höchste Beanspruchung sollte nur 45% der Fließgrenze sein. Für Rotordurchmesser unter 650 mm werden die Hauben aus in Öl behandeltem Kohlenstoff-Stahl oder aus Nickel-Chrom-Stahl hergestellt. Unmagnetisch wird der Stahl durch 25% Nickelzusatz. Gegen Verdrehung müssen die Hauben durch Keile geschützt sein. Die Ölbehandlung des Rotors wie der Hauben erfolgt langsam in roh überdrehtem Zustand, wobei auch die Nuten roh überfräst sind. Die Endhaube kann auch aus Teilen zusammengesetzt werden, die mit der Entfernung vom Rotorkörper verstärkt werden. Bei heftigen Kurzschlüssen oder beim Durchgehen des Rotors werden die Hauben oval und scheren die Stirnverbindungen im Rotor durch, woran sich meist dann die Zerstörung der Stirnverbindungen im Stator anschließt. Zähes Haubenmaterial zerspringt dabei nicht in Stücke, sondern die Haube wird nur aufgeweitet, und zwar zu einem elliptischen Kegelstumpf. Im Falle die Stirnverbindungen durch Stahldrahtbandagen gehalten werden, reißt in solchen Fällen der Überanstrengung der Bandagendraht, und zwar am ehesten an der Einspannstelle; anschließend wird sich die Bandage weiter und weiter lockern, bis auch hier die Stirnverbindungen des Rotors nach außen fliegen und auch die Statorstirnverbindungen zerstören.

Bei einem Unfall eines Turbogenerators durch Kurzschluß oder Überdrehzahl wird die zerstörende Wirkung auf die Umgebung und den Generator selbst am schlimmsten sein bei ausgeprägten Polen, die wohl deshalb auch fast allgemein verlassen sind, dann folgt der vollständig massive Rotor bezüglich Gefährlichkeit, während bei der Scheibenkonstruktion des Rotors gewöhnlich innerhalb der Maschine Störungen des Gleichgewichtes auftreten, die die Maschine zum Stillstand bringen, ohne nach außen zu wirken; dies gilt besonders noch für Fälle, in denen man die Rotorstirnverbindungen durch Drahtbandagen festlegt, deren Zerstörung nach außen fast unbemerkt bleiben kann.

Die Kühlung erfolgt durch axiale Luftströmung, wobei häufig besondere Luftpresser nötig werden oder durch radiale Kühlkanale; im letzten Fall geht viel wertvoller Raum im Rotor für Kühlung verloren. Da der Stator bis 180 mm Wassersäule Pressung benötigt, die der Rotorluftpressung entgegenwirkt, so ist die Rotorkühlung bei radialen Kanälen überhaupt unsicher. Der Rotor sollte deshalb möglichst axial gekühlt werden. Die axiale Kühlung hat allerdings den Nachteil, daß die Maschine an beiden Enden verschieden warm wird; sie verursacht aber weniger Geräusch und weniger Verluste als die radiale Kühlung. Von verschiedener Seite wird darauf hingewiesen, daß die Statorleiter*) sich im Kurzschluß mehr erwärmen als bei Belastung mit demselben Strom bei normalem Phasenfaktor $\cos\varphi$, weshalb die Verluste aus der Erwärmung der Kühlluft und deren Menge festgestellt werden sollten.

Schließlich mag hier noch eine Berechnung für das Streufeld Φ_s von Rotoren mit in Nuten verteilter Erregerwicklung an Hand von Abb. 1 und 2

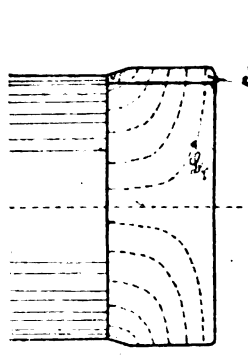


Abb. 1.

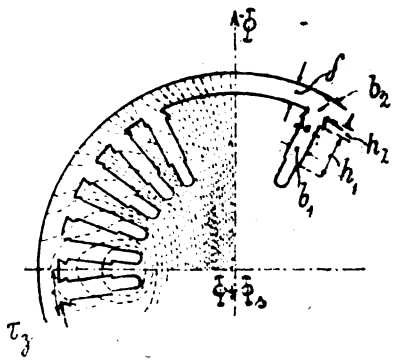


Abb. 2.

angegeben werden: $\mathfrak{A}_f$ seien die AW pro Pol, soweit sie zur Überwiudung des magnetischen Widerstandes von Luftspalt und Statoreisen einschließlich Rückwirkung nötig sind (das heißt $\mathfrak{A}_f$ = totale Feld-AW weniger AW für Pol und Joch); $\mathfrak{G}_s$ sei die magnetische Leitfähigkeit für das gesamte Streufeld. Dann ist der Streufluß pro Pol

$$\Phi_s = \frac{4\pi}{10}\,\mathfrak{A}_f \,.\, \mathfrak{G}_s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1).$$

Hat die Erregerwicklung pro Pol $2q$ Nuten und stehen diesen im Stator $2q'$ Nuten gegenüber, so ist

$$\mathfrak{G}_s = 2l\left\{\underbrace{\left(\frac{h_1}{2b_1}\right)}_{1} + \underbrace{\frac{2h_2}{b_1+b_2}}_{2} + \underbrace{\left(\frac{\delta}{\tau_z}\right)}_{3}\frac{1}{q} + \underbrace{\left(\frac{h_1'}{2b_1'} + \frac{2h_2'}{b_1'+b_2'}\right)\frac{1}{q'}}_{4}\right\} + \underbrace{\frac{8}{\pi}\left(\frac{h_1}{2}+h_2\right)}_{5} \quad . \quad 2).$$

Dabei ist l die gesamte axiale Maschinenlänge, soweit sie aus Eisen besteht. h_1', h_2' und b_1', b_2' sind Nuthöhen und Nutbreiten im Stator. Der fünfte und letzte Hauptposten in Gleichung 2) bezieht sich auf

*) Indirekt durch die Endplatten.

Digitized by Google

die Polflankenstreuung nach Abb. 1. Angenähert kann man mit $b_1 = b_2 = b$ schreiben

$$\mathfrak{G}_s = (h_1 + 2h_2)\left(\frac{2l}{qb} + 1{,}3\right) \quad \ldots \quad 3).$$

Eine Formel von ganz ähnlichem Aufbau habe ich schon 1906 in Turbodynamos, Seite 64, Formel 33) (Fritz Amberger, Zürich) gegeben. Sind die Nutkeile aus magnetischem Material, so tritt an Stelle von $\frac{2h_2}{b_1 + b_2}$ der Wert $\mu\frac{2h_2}{b_1 + b_2}$ mit $\mu = 5$ bis 10. Sind die Hauben über den Stirnverbindungen aus magnetischem Material, so tritt an Stelle des letzten Ausdruckes (5) in 2) der Wert

$$\frac{8}{\pi}h_1 + \frac{4 S_r \mathfrak{B}_r}{\frac{4\pi}{10}\mathfrak{N}_t} \quad \ldots \quad 4),$$

wobei S_r der Ringquerschnitt und $\mathfrak{B}_r$ die Ringinduktion ist, die man meist = 18000 bis 22000 setzen kann.

Rundschau.

Explosions- und Verbrennungskraftmaschinen. Gaserzeuger.

Über Gas-Generatoren mit Gewinnung von Nebenerzeugnissen. Dipl. Ing. Kreyssig. Der Verfasser untersucht vorerst alle jene Anforderungen, die an einen neuzeitlichen Gaserzeuger zu stellen sind, indem außer Generatorgas noch Teer, Ammoniak und andere Nebenstoffe gewonnen werden sollen. Der Rost soll konstruktiv einfach, gegen hohe Hitzegrade unempfindlich und so durchgebildet sein, daß er die Verbrennungsluft auf den ganzen Querschnitt gleichmäßig verteilt. Vor allem ist darauf hinzuwirken, daß die Wärmeverluste gering sind und sich im kalten Gas so viel als möglich von der im Brennstoff und im Zusatzdampf enthaltenen Wärme wiederfindet. Um die flüchtigen Kohlenwasserstoffe des Brennstoffes vor der Zersetzung zu schützen, ist die Temperatur in der Entgasungszone möglichst niedrig zu halten, und zwar auf etwa 300 bis 600° C. Verschiedene Generatorsysteme verwenden zu diesem Zweck besondere Entgasungsretorten, welche von dem Generatorgas von außen geheizt und daher vor übermäßig hohen Temperaturen bewahrt werden, um die Aufspaltung und Entwertung der Teerdämpfe sicher zu verhindern. Hinsichtlich der Führung des Betriebes sind zwei verschiedene Verfahren zu unterscheiden: Der stetige und der unterbrochene Generatorgang. Letzterer ist für reine Wassergasgeneratoren charakteristisch und durch die thermischen und chemischen Vorgänge bei der Vergasung begründet. Große Anlagen erfordern einen stetigen Generatorgang, bei dem die Bekohlung, Ent- und Vergasung und die Entaschung ununterbrochen stattfindet. Die größten Schwierigkeiten bei der Vergasung von Brennstoffen bietet die Ausbildung des Rostes. Die verbreitetste Anwendung findet der Drehrost- und Korbrost-Generator bei der Vergasung von Brennstoffen unter Gewinnung von Nebenerzeugnissen. Der Drehrost bezweckt durch seine langsame Bewegung einmal eine gleichmäßige Verteilung der Verbrennungsluft und des Zusatzdampfes über den ganzen Brennstoffquerschnitt, besonders aber eine Schürwirkung in der Schlacken- und Aschenzone, die auch auf den Brennstoff übergreift und die Bildung von Schlackenkuchen verhindert. Charakteristisch für den Drehrost ist die Ausbildung des Aschentroges als eine wassergefüllte Schüssel, die einen als Schürkörper wirkenden Rostaufbau trägt. Diese Schüssel, die auf Kugeln oder Rollen gelagert ist, wird mechanisch in stete Umdrehung versetzt und hiedurch die Asche ununterbrochen mit einer Stauschaufel über den Rand der Schüssel ausgetragen. Die Umdrehungszahl des Rostes ist in 4 h 0·5 bis 5 je nach dem Aschengehalt des Brennstoffes und der Belastung des Generators. Durch den Drehrost wird an Bedienung für die Austragung der Asche gespart und die Verarbeitung von minderwertigen Brennstoffen ermöglicht. Der Kraftverbrauch bewegt sich zwischen 0·7 und 1·5 PS. Die Verbrennungsluft wird mit Überdruck durch die Spalten in der Rosthaube eingeführt, der Dampf meist durch besondere Düsen, wodurch beide in ihrem Mengenverhältnis geregelt werden können, um eine möglichst große Ausbeute an Ammoniak und Teer je nach den besonderen Erfordernissen des Brennstoffes zu erzielen. Der Verfasser beschreibt das Mondgas-Verfahren, welches einen Schachtgenerator mit einem hohen kegelförmigen Korb- oder Drehrost mit Wasserabschluß verwendet. Mondgas-Anlagen erfordern einen sehr hohen Aufwand an Anlagekapital, Bedienung und Unterhaltung und bedingen daher sehr hohe Betriebskosten. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens ist der hohe Verbrauch an Zusatzdampf, der 30% und mehr von der im Brennstoff enthaltenen Wärme ausmacht. Der thermische Wirkungsgrad einer Mondgas-Anlage beträgt gewöhnlich nicht mehr als 50 bis 55%. Eine wesentliche Verbesserung und Vereinfachung des Mondgas-Verfahrens brachte das System Lymn, wonach zum Reinigen, Kühlen und Auswaschen des Gases bewegte Teile, wie Schlagwellen, Zerstäubeteller usw. durch feste Spritzteller ersetzt und daher die Anlage- und Betriebskosten sowie der Raumbedarf bedeutend vermindert werden. Die Verbrennungsluft wird durch ein Gebläse in den Windsättiger gebracht, in diesem durch das heiße Rieselwasser erwärmt und mit Dampf gesättigt. Das Gemisch von Dampf und Luft strömt hierauf durch einen Luftüberhitzer, der ihm einen Teil der Gaswärme übermittelt, in den Generator. Lymn hat bei seinen Generatoren auf den Drehrost nach System Kerpely zurückgegriffen. Ferner hat Lymn vornehmlich die Verwertung der Abwärme von Gasmaschinen verfolgt und hiebei auch im Betrieb nachgewiesen, daß die Abwärme von Gasmaschinen mit etwa 1200 bis 1300 PS Leistung zweckmäßig zur Heizung je eines Kessels verwendet wird, wobei 1 PS etwa 1 bis 1·5 kg Dampferzeugung entspricht. Nach den Versuchen einer Nebenstoffgaserei, Bauart Lymn, in Verbindung mit einer Gasmaschinenzentrale (Gasmaschinen 1300 PS) kostet 1 kWh an Brennstoff etwa 0·5 Pfg. Die gesamten Selbstkosten werden zu 1 Pfg. angegeben, wobei der Erlös aus den Nebenstoffen (Teer und Ammonsulfat) berücksichtigt ist. Die Leistung der Mondgas-Erzeuger bewegt sich zwischen 15 und 28 t Durchsatz in 24 h. Das System der Generator-Aktiengesellschaft in Charlottenburg stellt einen Schachtgenerator mit eingebauter Schwelretorte dar. Je nach der Art des Brennstoffes und der Asche wird ein Korb-, Plan- oder Drehrost verwendet. Der Brennstoff wird aus den Kohlenbunkern durch eine gasdichte Füllvorrichtung mit Doppelverschluß eingebracht und gelangt zunächst in die Schwelretorte, in welcher er bei niederen Temperaturen destilliert. Die Erwärmung erfolgt durch die heißen Gase der Vergasungszone, welche die Schwelretorte innen und außen umspülen. Aus der Retorte sinkt der Brennstoff im verkokten, also teerfreien Zustand in die Vergasungszone, wo er durch die eingeblasene mit Wasserdampf gesättigte Luft vollständig vergast bezw. teilweis verbrennt. Die in der Schwelretorte verflüchtigten wertvollen Kohlenwasserstoffe der Kohle werden unmittelbar aus dieser ohne Berührung mit den heißen Generatorgasen abgeführt, um sie vor der Einwirkung höherer Temperaturen und weiterer Zersetzung zu schützen. Die heißen Generatorgase werden seitlich für sich abgeführt. Der Generator ist demnach ein Vertreter des Doppelzonensystems mit getrennter Absaugung des teerfreien heißen Generatorgases und der kühleren teerführenden Destillations- oder Schwelgase. Die aus der Schwelretorte austretenden Schwelgase enthalten den Tieftemperaturteer und gelangen in den Teerwascher, in dem sie die Paraffin- und Teeröle an herunterrieselnden Teer zum größten Teil im Gegenstrom abgeben. Die aus der heißen Generatorzone austretenden heißen Gase, die nur das in der Brennzone gebildete Ammoniak mit sich führen, nehmen die kalten Schwelgase auf. Das Gemisch wird durch einen Gassauger zum Ammoniaksättiger befördert und mit Schwefelsäure gewaschen, wobei das Ammoniak in Schwefelsäure gebunden und Ammonsulfat als weißes Salz gewonnen wird. Das Mischgas tritt aus dem Sättiger zum Gaskühler, wo es frei von allen Nebenerzeugnissen im Gegenstrom mit Wasser berieselt und auf 20 bis 30° C abgekühlt wird, um hierauf dem Kesselhaus zugeführt zu werden. Der thermische Wirkungsgrad solcher Anlagen beträgt etwa 65 bis 70%. Zurzeit befinden sich zahlreiche Anlagen nach diesem System im Bau und im Probebetrieb. Zum Schluß berichtet der Verfasser über Heller-Generatoren, welche äußerst einfache Bauart besitzen und einen Schachtofen mit rechteckigem oder ovalem Querschnitt darstellen, der oben ganz überwölbt und innen vollständig mit feuerfesten Steinen ausgemauert ist. Charakteristisch ist das Fehlen des Rostes und die schmalräumige Vergasungskammer, eine Einschnürung an derjenigen Stelle, wo bei anderen Bauarten der Rost angeordnet ist. Der Schacht endigt unten in einem Aschensack, der ohne Verwendung beweglicher Teile einen luftdichten Abschluß bildet. Im Heller-Generator lassen sich die verschiedensten Brennstoffe mit hohem Asche- und Wassergehalt verarbeiten, und zwar mit niedereren Temperaturen als bei anderen Systemen. Die abziehenden Gase haben bei Braunkohle 70 bis 100° C, bei Steinkohle 100 bis 120° C. Aus diesen kalten Gasen scheidet sich Teer und Ammonak leicht aus, ohne Anwendung von besonderen Kühlvorrichtungen. Der thermische Wirkungsgrad hat sich bei Versuchen zu 80 bis 85% ergeben.

(Mitt. Vereinig. Elektrizitätswerke, Nr. 219.)

Digitized by Google

Leitungen.

Die wirtschaftliche Ausnutzung von Hochspannungsleitungen. Gg. Horstmann. Die Entwicklung der elektrischen Kraftübertragung hat dazu geführt, für die Verteilungsleitungen allgemein 20000 V, für die Speise- und Kupplungsleitungen 110000 V festzulegen. Da man also nunmehr mit einer gegebenen Spannung zu rechnen hat, so handelt es sich darum, die wirtschaftliche Stromdichte für die Leitungen zu bestimmen*). Grundlegende Arbeiten hiefür sind von Thomson, Hochenegg und Teichmüller geliefert worden, nach welchen sich die Betriebskosten einer Leitung aus den Kosten der Verluste durch Koronaentladung, Ableitung und Stromwärme und aus dem Kapitalsdienst für die vom Leiterquerschnitt unabhängigen und abhängigen Anschaffungskosten zusammensetzen. Es bedeuten J die höchste Stromstärke in Ampere, λ die Leitfähigkeit des Materiales, s die Korona- und Ableitungsverluste in kW/km Streckenlänge, a die vom Leiterquerschnitt q in mm² unabhängigen und b die ihm proportionalen Kosten in Mk./km, p_0 den den Kapitalsdienst und die Unterhaltung des Kraftwerkes bestimmenden Faktor, p_1 den gleichbedeutenden Faktor für die Leitung, m_0 die Anlagekosten des Werkes in Mk./kW Maschinenleistung, m_b die reinen Betriebskosten in Mk./kWh und endlich T die durchschnittlich jährliche Dauer der auf die höchste vorkommende Stromstärke bezogenen Stromwärmeverluste in h ($T = \int_0^{8760} (1/J)^2 . d\,t$). Die Betriebskosten einer Leitung in Mk. pro 1 km Streckenlänge sind dann

$$K = s\,(m_0\,p_0 + 8760\,m_b) + p_1\,(a + b\,q) + \frac{3\,J^2}{\lambda\,q}\,(m_0\,p_0 + T\,m_b).$$

Fragt man nach dem wirtschaftlichen Querschnitt, so muß man $d\,K/d\,q = 0$ setzen. Es ergibt sich dann

$$q = J\sqrt{\frac{3\,(m_0\,p_0 + T\,m_b)}{\lambda\,b\,p_1}}.$$

Daraus erhält man eine bestimmte Stromdichte in der Leitung

$$\frac{J}{q} = \sqrt{\frac{\lambda\,b\,p_1}{3\,(m_0\,p_0 + T\,.\,m_b)}} \quad \ldots\ldots\ 1).$$

Wenn man aber fragt, welche Belastung einer vorhandenen Leitung mit Rücksicht auf deren Wirtschaftlichkeit zugemutet werden kann, also die wirtschaftlichste Belastung für einen gegebenen Querschnitt feststellen will, so muß man das Verhältnis K/J nach J differenzieren und den Differentialquotienten = 0 setzen. Man erhält dann für die Stromdichte

$$\frac{J}{q} = \sqrt{\frac{\lambda\,[p_1\,(a + b\,q) + s\,(m_0\,p_0 + 8760\,m_b)]}{3\,q\,(m_0\,p_0 + T\,.\,m_b)}} \quad \ldots\ 2).$$

Der Verfasser erörtert diese Beziehungen an Hand der für das Murgkraftwerk**) erhaltenen Daten eingehendst unter Berücksichtigung der Kriegspreise. Die Gleichung 1) führt zu Stromdichten von 1·43 A/mm²; bei 100000 V und 70 mm² kommt man zu einer Höchstleistung von 24500 kVA. Nach Gleichung 2) ermittelt sich die wirtschaftlichste Stromdichte für $q = 70$ mm² mit 2·22 A/mm² und für 12 mm² mit 1·92 A/mm².

Die Stromdichte von 1·43 A/mm² ergibt bei 70 mm² eine um 10% geringere Wirtschaftlichkeit, die auf der anderen Seite wieder bei 3·4 A/mm² wieder erreicht wird. Diesen beiden Stromdichten entsprechen 24500 und 59000 kVA Höchstleistung.

Bei dem letzteren Wert kommen natürlich viel höhere Spannungsschwankungen vor, die aber durch besondere Regeleinrichtungen leicht beherrscht werden können, was mit Rücksicht auf die geringeren Anlagekosten vorzuziehen ist. Dies bringt wieder den Vorteil eines einzigen Übersetzungsverhältnisses aller Transformatoren mit sich, was eine Vergrößerung der Schalteinheiten aber eine Verringerung der Anzahl derselben und mithin eine Verbilligung der Schaltanlage zur Folge haben wird. (E. T. Z. 39, Heft 20, 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Untersuchungen über die Dielektrizitätskonstanten von Mischungen fester Körper mit Luft. Wilhelm John, Leipzig. Die Theorie der Dielektrizitätskonstanten von Mischungen hat trotz mehrfacher Behandlung deshalb bisher keinen Abschluß gefunden, weil neben dem Mischungsverhältnis auch der Einfluß der Form der Bestandteile und der Art ihrer Anordnung in Betracht kommen, welche Umstände theoretisch schwer zu fassen sind. Die Lorenz-Lorentzsche Formel

$$\frac{\varepsilon_m - 1}{\varepsilon_m + 2} = \delta_1 \frac{\varepsilon_1 - 1}{\varepsilon_1 + 2} + \delta_2 \frac{\varepsilon_2 - 1}{\varepsilon_2 + 2},$$

in der ε_m, ε_1 und ε_2 die Dielektrizitätskonstanten der Mischung und der Bestandteile, δ_1 und δ_2 die Verhältnisse der Volumina der Bestandteile zum Volumen der Mischung bedeuten, nimmt auf die genannten Einflüsse keine Rücksicht und gilt daher nur für den Fall, aus dem sie abgeleitet ist, nämlich daß die eine Substanz in Kugelform in die andere eingebettet ist, wobei der Abstand der Kugeln groß gegen ihren Radius ist. Wiener hat eine allgemeine Theorie der Mischkörper aufgestellt und gezeigt, daß der Einfluß der Form und der Anordnung durch eine Größe u ausgedrückt werden kann, die in obiger Formel an die Stelle der Zahl 2 tritt, so daß die Formel lautet:

$$\frac{\varepsilon_m - 1}{\varepsilon_m + u} = \delta_1 \frac{\varepsilon_1 - 1}{\varepsilon_1 + u} + \delta_2 \frac{\varepsilon_2 - 1}{\varepsilon_2 + u}.$$

Da fast alle bisherigen Untersuchungen der Dielektrizitätskonstanten von Mischungen sich auf Gemische von Flüssigkeiten oder auf wieder erstarrte Kombinationsschmelzen beziehen, so ist über die Form und Anordnung der Bestandteile keine besondere Annahme möglich, und es lassen sich keine Schlüsse auf die Zahl u ziehen. Deshalb hat Ficker seinen Messungen der Dielektrizitätskonstanten von Mischungen bestimmt angeordnete, genau definierte Körper in Luft zugrunde gelegt. Da seinen Messungen jedoch noch Ungenauigkeiten anhaften, hat John sie nach genaueren Methoden wiederholt und ist zu folgenden Ergebnissen gelangt. Die aus den experimentell bekannten Dielektrizitätskonstanten verschiedener genau definierter Mischungen berechnete Wienersche Formzahl u ist für Kugeln und Würfeln in isotroper Anordnung merklich abhängig vom Mischungsverhältnis, wobei diese Abhängigkeit für Würfel eine andere ist als für Kugeln. Für Kugeln in großen Abständen ergab sich der Wert $u = 2$, in Übereinstimmung mit der Lorenz-Lorentzschen Formel. Aus einer von Lord Rayleigh aufgestellten Theorie, in der die Forderung des großen Abstandes der Bestandteile fallen gelassen und eine Näherungsformel

$$\varepsilon_m = 1 + \frac{3\,\delta_1\,(\varepsilon_1 - 1)}{(\varepsilon_1 + 2) - \delta_1\,(\varepsilon_1 - 1) - 1{\cdot}65\,\frac{\varepsilon_1 - 1}{\varepsilon_1 - \frac{4}{3}}\,.\,\delta_1^{\frac{10}{3}}\,.\,(\varepsilon_1 - 1)}$$

für Zylinder in rechteckiger und Kugeln in kubischer Anordnung aufgestellt wird, hat John eine Formel abgeleitet, die die u-Werte für Kugeln direkt zu berechnen gestattet. Es zeigte sich Übereinstimmung mit den Messungen bis auf ganz enge Anordnungen. Für Würfeln ist bei weiten Anordnungen u zweifellos größer als 2. Für dichtere Anordnungen sinkt der Wert von u und nähert sich der Zahl 2. Es konnte theoretisch gezeigt werden, daß für immer dichtere Anordnungen von Würfeln dieser Grenzwert erreicht wird. (Ann. d. Phys. 55, 299, 1918.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 32, Seite 363.

**) Vgl. E. u. M. 1913. S. 411.

Chronik.

Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Am 5. Juni 1918 fand in Berlin die Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke statt, über welche im nachstehenden an Hand der „Mitteilungen der V. d. E." kurz berichtet wird. Nach Eröffnung der Versammlung durch den Vorsitzenden Baurat Meng erstattete Direktor Bußmann über Vorschlag des Vorstandes auf Einsetzung eines Ausschusses für maschinentechnische Fragen den Bericht über „Neuere Schäden an Kammerkesseln". Sodann sprach Direktor Conix über „Die Belieferung der Elektrizitätswerke mit Kohlen und sonstigen Betriebsstoffen". Die Ursachen des Rückganges der Kohlenbelieferung sind einerseits in der starken Steigerung des Bedarfs, andererseits in dem Rückgang der Förderung infolge Arbeitermangel und den Transportschwierigkeiten infolge der Kriegsverhältnisse zu suchen. Der Berichterstatter schlägt sodann vor, zur Linderung des Bedarfs um 10 bis 15% den Werken hochwertigere Kohlen zu liefern; die bisher gerechtfertigte Kohlenpreissteigerung von 100% in Deutschland sollte keinesfalls eine Erhöhung erfahren. Herr Direktor Agthe erstattet sodann einen Bericht über „Die Preissteigerung für Stromabgabe bei festen Verträgen". Es werden drei Wege als gangbar erachtet und erörtert, einmal die Aufhebung der bestehenden Verträge im gerichtlichen Wege, dann die Abänderung derselben im Wege von Kriegsverordnungen und drittens die gütliche Vereinbarung. Direktor Agthe spricht sich gegen die Erlassung eines Notgesetzes zur Kündigung langfristiger Lieferungsverträge aus und hält die Einführung einer Kohlenklausel auf dem Wege gütlicher Vereinbarung als den geeignetsten Weg der Preisregelung.

Digitized by Google

Aus dem Berichte des Kohlenausschusses (Dr. Passavant) ist zu entnehmen, daß die von Dr. Siegel vorgeschlagene Kohlenklausel*), welche einen Zuschlag von 20% auf die reinen Kohlenkosten entspricht, im Ausschusse Zustimmung gefunden hat. Hinsichtlich der Braunkohlen ist eine einheitliche Erfassung der Verteuerung der Stromerzeugungskosten nicht möglich und wird ein Zuschlag von 30% als angemessen erachtet.

Über den Einfluß der Einschränkungsbestimmungen im Kriege auf die Elektrizitätswerke berichtet Direktor Spengel. Anfragen an 65 Werke über die Veränderungen im Kriege, deren Ergebnisse graphisch dargestellt werden, zeigen zunächst eine wesentliche Steigerung der Jahreserzeugung seit 1915, hauptsächlich infolge der Kriegs- und Nahrungsmittelindustrie, die bei einigen Werken 200% erreicht. Die mittlerweile erfolgten Einschränkungsmaßnahmen (Laden- und Wirtshausschluß) zeigen ihre Wirkung meist nur bei Städten mit geringer Industriebelastung. Auch der Belastungsfaktor und die Benutzungsdauer, bezogen auf die Höchstbelastung, ergeben infolge der Zunahme der industriellen Stromabgabe, bei gleichzeitiger Verringerung der Lichtspitzen eine Erhöhung von durchschnittlich 15 bis 20%. Die Stromeinnahmen zeigen ebenfalls eine steigende Tendenz, wobei die Erhöhung der Strompreise wesentlich beiträgt. In noch stärkerem Maße sind die Ausgaben angewachsen; das Verhältnis der Einnahmen zu den Ausgaben, welches als „wirtschaftlicher Wirkungsgrad" bezeichnet wird, zeigt im allgemeinen eine fallende Tendenz. Es kann somit von einer günstigen Wirkung der Einschränkungsbestimmungen im allgemeinen nicht gesprochen werden.

Dem Berichte des Vorsitzenden ist zu entnehmen, daß im vergangenen Jahre 35 neue Werke der Vereinigung beigetreten, 13 hingegen ausgetreten sind, der Zuwachs beträgt somit 22 Mitglieder (Stand Ende 1917: 599 Mitglieder). Zum ersten Vorsitzenden wurde Dr. Passavant gewählt, zum ersten und zweiten Stellvertreter Direktor Berthold und Overmann. Am 6. Juni fand die Besichtigung des für das Goldenbergwerk bestimmten 60 000 kVA-Turbogenerators der Siemens-Schuckert-Werke und der 70 000 kVA-Dampfturbine der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in der Fabrik und der im Bau befindlichen Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft-Schnellbahn statt. *R.*

Literatur-Bericht.

Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter. Von Felix Pinner. (Mit einer Heliogravüre.) Großaktav, X und 408 Seiten. Leipzig 1918. Akademische Verlags-Gesellschaft m. b. H.

Über Emil Rathenau, sein Werk und sein Wirken ist schon viel geschrieben worden. Besondere freudige Anlässe dazu waren das fünfundzwanzigjährige Bestandjubiläum der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft Berlin und der siebzigste Geburtstag Rathenaus; ein trüber Anlaß, sein Hinscheiden im Jahre 1915**).

Nunmehr erscheint in der Reihe der großangelegten „Studien zur Biologie des Genies", die unter dem Sammeltitel „Große Männer" von Wilhelm Ostwald herausgegeben werden, als Band VI, das Werk über „Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter" von Pinner.

Wer selbst schreibt und für geistige Arbeit die gebührende Wertschätzung hegt, kann dieses Werk eines anerkannten Schriftstellers, der als Handels- und volkswirtschaftlicher Redakteur des „Berliner Tageblatt" eine maßgebende Feder führt, nur mit vollster Bewunderung ankündigen. Dieses Buch kann dem Autor nicht leicht jemand nachmachen. Ich sage aber „ankündigen", denn mehr als eine Anzeige kann und soll füglich die Aufgabe der Rezension eines so umfangreichen Werkes nicht sein, wenn sie nicht etwa jeden Abschnitt des Buches zerfasern und in spaltenlangen Reflexionen begutachten will. Jede Seite dieser Lebensgeschichte aber, die man immer aufschlägt, ist interessant. Man fühlt sich um so lebhafter von ihr angezogen und gefesselt, als auch das elektrische Zeitalter bei uns daheim, wenn auch nicht ebenso imponierende, so doch ähnliche Persönlichkeitswerte hervorgebracht hat, denen es allerdings noch nicht vergönnt war, in den Mittelpunkt einer so gehaltvollen Biographie gestellt zu werden. Hoffen wir, daß auch unsere elektrischen Pacemacher, so wie sie es verdienen, ihre Schätzer und Historiographen finden werden.

Emil Rathenau (1838 bis 1915) ist 77 Jahre alt geworden, und reichlich vierzig Jahre davon war sein Leben mit der Elektrizitätsindustrie verwoben. Diese vier Dezennien, im ganzen nur eine kurze Spanne, im einzelnen aber eine weit sich dehnende Zeit, verdienen tatsächlich das monumentale Beiwort des elektrischen Zeitalters; denn die Elektrizität hat dieser Epoche ihr Gepräge aufgedrückt und ihr ihre Bedeutung geliehen. In ihr hat sich die Tätigkeit Rathenaus auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens abgespielt, ihm hat er die Wegrichtung gewiesen, wie sie uns das Buch vorführt, aber nicht etwa kinematographisch, in rasch vorbeiziehendem Wirbel, sondern in einem breiten, weitausladenden und farbensatten Gemälde, in einem Lebensbilde, das ein Künstler der Sprache und der Schrift geformt und dessen Hand und Pinsel Liebe und Begeisterung geführt hat. Dieses Gemälde ist nach den Worten seines Bildners in einen doppelten Rahmen eingefaßt: der eine, der die Geschichte der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft umschließt, der andere, der die allgemeine deutsche Wirtschaftsentwicklung in sich faßt, die ihrerseits Rathenaus Werdegang bestimmt hat, aber anderseits von ihm auch befruchtet wurde. Beide waren zugleich Geber und Empfänger. So schildert uns das Buch die Jugend und Studienzeit Rathenaus, den Kampf, sich aufwärts zu schwingen, die Gärung und die Mühsal, festen Boden zu gewinnen. Es wird uns der Übergang von der ursprünglich mehr im Schwachstrom wurzelnden Arbeitsperiode zur Lichtelektrizität und Leuchttechnik anschaulich gemacht, deren Lebenselement mit dem Faden der Edisonbirne verflochten war, um sich zur Gründung der Deutschen Edison-Gesellschaft fortzuspinnen und sich zu jenem dichten Gewebe weitgegliederter Netze zu verflechten, die den elektrischen Zentralstationen ihr Antlitz geben. Tatsächlich schlägt denn auch mit der Berliner Zentralstation die Geburtsstunde der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, in deren Wiege das Erbe der Edison-Gesellschaft gelegt ward. Ausdehnung und Befreiung, Expansion und Konsolidierung waren die Zweck- und Zielpunkte ihrer Gebarung, welche alsbald die engen Schranken der Spezialfabrikation sprengte, um sich den Weg zur großen, weltbeherrschenden Entreprise freizulegen. Finanz- und Trustsysteme, die bunten und kunstvollen Ornamente der Verschachtelung und Holdings, die auch zum Formate der Elektrobanken sich verschlungen haben, drängten die zentripetale Kraft der Unternehmung auf die Bahn der Dezentralisation, die in zahlreichen Zweigunternehmungen, Tochter- und Enkelanstalten einen stolzen, vielverästelten Stammbaum setzte, der üppige Blüten und Früchte treibt. Freilich war auch die Krone dieses Baumes rauhen Stürmen ausgesetzt und in krisenhaften Zwischenfällen zerzaust worden. Die Überspannung in der Fabrikation, die mit Aufträgen „in sich" überhäuft war, hatte den urwüchsigen Nährboden mit schädlichen Keimen durchsetzt, die ihn durchwühlten und seine Säfte und Kräfte schwächten. Zur Überproduktion gesellte sich der Wettbewerb der Gastechnik unseres Auers Triumph, dann aber auch der wütende Konkurrenzkampf der eigenen Branchen, was die Krankheit nur verschärfte. Allein alles dieses Ungemach hat die glückliche und feste Struktur des Organismus überstanden. Das Heilmittel war der Gedanke der Konzentration, die durch Verschmelzung und Kartellierung nachhaltig ausgestaltet wurde, bis als neues Gebilde jener Dualismus sich ablösen konnte, auf dem der Machtbereich des deutschen Elektrizitätswesens emporwuchs und noch heute beruht und der zwischen den beiden Konzernen Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft und Siemens-Schuckert die Lösung der gewaltigen Aufgaben aufteilt. Neue und stetig fortschreitende Errungenschaften und Erfindungen, gewaltige Hebung der finanziellen Kraft und unbändig überschäumende Unternehmungslust, gepaart mit feiner Durchbildung von Technik und Forschung, haben die deutsche Elektrizitätsindustrie zur Weltgeltung und zu einer weltwirtschaftlichen Mission in die Höhe getragen, deren Erfüllung sich diese beiden Gruppen, unbeirrt um einzelne widrige Schatten, wie sie Glück und Ende des Bergmann-Konzerns geworfen hatten, erfolgreich hingegeben haben, bis der Weltkrieg ausbrach, den Rathenau noch erlebte. Diese weltbeherrschende Stellung der deutschen Elektrizitätsindustrie sucht ihre Verankerung in den Problemen der modernen Elektrizitätspolitik, die technisch in der Großkraftversorgung und wirtschaftlich in den halböffentlichen Unternehmungen ihren Brennpunkt erblicken. Sie hatten in Rathenau einen um so eifrigeren Förderer gewonnen, als die auswärtige Expansion mit dem Kriegsbeginne kurzerhand unterbrochen war und die Intensivierung der heimischen Arbeit den Ausfall im Auslande und im Übersee hereinbringen sollte.

Ans menschliche Empfinden aber am nächsten und stärksten greift das Schlußkapitel, weil da die echte Persönlichkeit Rathenaus in blinkenden Facetten durchschimmert. Hier wird uns sein Charakterbild entworfen, wenn man so sagen darf, in verschiedenen, sich aber in ihrem Gesamteindruck ergänzenden Stellungen. Wir sehen Rathenau als Werks- und Willensmenschen, als Techniker und Ingenieur, als Industriemagnaten und Finanzkapitän, aber auch als Menschen und Menschenschätzer, als Gatten und Familienvater. Wir sehen ihn, wie er in treu besorgter Anhänglichkeit an Frau und Kinder sich in schlichter, bescheidener Lebensführung gefällt, die im vollen Gegensatze steht zu den großen Lebens- und Schaffensformen, in die er sich im Schoße der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft kleidet.

*) E. u. M. 1918, Seite 281.

**) E. u. M. 1915, Seite 349, von Emil Honigmann.

Digitized by Google

So ist denn dieses Buch ein prächtiges Dokument, ein herrliches Denkmal für den Genius der Elektrizitätstechnik und Industrie, dem damit die Pforten der geistigen Walhalla, in welche die großen Männer des Reiches einziehen dürfen, sich erschlossen haben.

Man trennt sich schwer von dem Buche und legt man es bei Seite, so geschieht es gewiß mit dem Vorsatze, es immer wieder hervorzuholen als Quelle der Erbauung für den technischen Arbeiter und als Born der Erkenntnis für den Wirtschaftspolitiker. Das Werk ist solcherart ein Kleinod jeder Bücherei. Gerne und wißbegierig wird man nach dem Werke greifen, das der Verherrlichung eines Fürsten im Reiche des Elektrizitätswesens gewidmet ist.

Dr. Heinrich Schreiber.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Reguliereinrichtungen.

(Fortsetzung von Heft 38, Seite 432.)

Regulierung von Gleichstrommaschinen und Anlagen.

Vielfach ist die Aufgabe gestellt, daß ein elektrischer Generator konstanter Tourenzahl trotz veränderlicher Stromentnahme annähernd gleichbleibende mechanische Leistung aufnehmen soll, die dem Produkt aus Stromstärke J und Spannung E gleich ist. Die Charakteristik einer solchen Maschine ist durch eine Hyperbel ($J \cdot E$ = konst.) gegeben. Um diese Charakteristik annähernd zu erreichen, wird nach einer Erfindung der Bergmann Elektricitäts-Werke Akt.-Ges. in Berlin die Erregung der Maschine selbsttätig in Abhängigkeit von der Stromentnahme geregelt. Die Maschine erhält eine in Spulen c_0 bis c_3 (Abb. 2) unterteilte Nebenschlußwicklung und eine gegenwirkende Hauptstromwicklung, Spulen e_3 bis e_0. Den einzelnen Teilwicklungen sind Schalter parallel gelegt, die von den Spulenkernen d_1 bis d_3 entgegen einer Federwirkung geschlossen werden, und zwar stufenweise je nach der herrschenden Stromstärke. Der erste Stromstoß beim Anlassen der Motoren b bewirkt das Kurzschließen der Spulen c_1 bis c_3 und e_1 bis e_3, so daß bloß die Spulen c_0 und e_0 die Erregung besorgen. Sinkt nun mit zunehmender Tourenzahl der Motoren die Stromentnahme aus der Maschine, so werden stufenweise die Feldspulen c_1 e_1, c_2 e_2 und c_3 e_3 zugeschaltet. Jeder einzelnen Stufe entspricht eine Teilcharakteristik, die sich an das entsprechende Stück der Hyperbel anschmiegt.

(D. R. P. Nr. 302 382.)

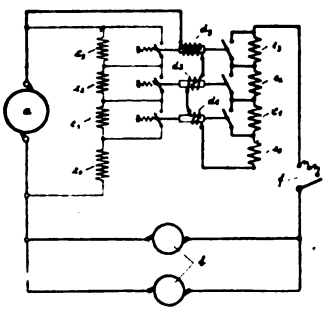


Abb. 2.

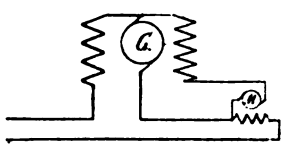


Abb. 3.

O. Denner in Nürnberg löst die Aufgabe in anderer Weise. Der Generator erhält außer der Nebenschlußwicklung (Abb. 3) noch eine Hauptstromwicklung; in die Nebenschlußwicklung ist der Anker eines Hilfsmotors M eingeschaltet, der vom Hauptstrom erregt wird, also eine mit dem Nutzstrom zunehmende Gegen-EMK entwickelt. Durch geeignete Wahl der Sättigungsverhältnisse des Motors und einer passenden Belastung durch einen Ventilator oder eine Wirbelstrombremse wird erreicht, daß die Gegenspannung des Motors mit zunehmendem Nutzstrom anfangs schnell und dann langsam ansteigt.

(D. R. P. Nr. 301 406.)

Die Gegenwirkung eines Motorankers im Erregerfeld einer Dynamomaschine benutzt auch die Firma Ehrich & Graetz in Berlin zur Regelung der Spannung. Die Dynamo D (Abb. 4) soll die Lampen V speisen, während des Stillstandes soll die Batterie B Strom liefern können. In der Erregung M der Dynamo ist der Anker d eines Hilfsmotors eingeschaltet, dessen Feld m in Reihe mit elektrolytischen Zellen b am Netz liegt; auch die Batterie B ist über einen Widerstand x parallel gelegt. Bei vollgeladener Batterie und normalen Spannungsverhältnissen fließt durch den als Brücke dienenden Widerstand z kein Strom und die Netzspannung wird auf normalem Wert konstant gehalten. Wenn aber die Batterie stark entladen ist, so nimmt sie einen starken Strom auf, dadurch wird der Spannungsabfall in x

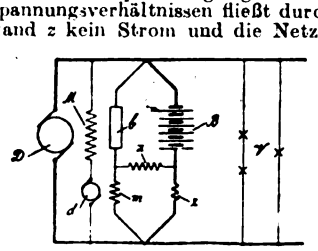


Abb. 4.

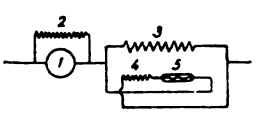


Abb. 5.

groß, es fließt somit Strom auf dem Weg durch die Brücke z in die Erregung m und verstärkt diese und der Anker d entwickelt eine stärkere Gegenkraft und durch die sinkende Dynamospannung wird der Ladestrom wieder auf normalem Wert erhalten. (D. R. P. Nr. 302 019.)

Zur Beseitigung der Funkenbildung bei überlasteten Maschinen ist eine Übererregung der Wendepole erforderlich. Diese kann nach der Ausführung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin dadurch erfolgen, daß der normalen Wendepolwicklung 3 (Abb. 5) eine zweite Wicklung 4 in Reihe mit einem Variator 5 parallel gelegt wird; die beiden Wicklungen wirken einander entgegen. Wicklung 3 erhält das 1·5fache, Wicklung 4 das 0·5fache der normalen Wendepol-AW. 1 ist der Anker, 2 die normale Nebenschlußerregung. Durch diese Anordnung wird erreicht, daß mit steigendem Ankerstrom das Wendepolfeld mehr als proportional ansteigt.

(D. R. P. Nr. 291 361.)

Wenn Compoundmaschinen in Reihe mit Hilfsmaschinen auf einen Arbeitsmotor wirken, wobei zur Tourenregelung des letzteren in weiten Grenzen die Spannung der Hilfsmaschine zwischen einem positiven und negativen Grenzwert geändert wird, sie also die der Hauptmaschine erhöht oder ihr entgegenwirkt, kann es vorkommen, daß beim plötzlichen Abfallen der auslaufende Motor als Generator wirkt und Strom zur Dynamo zurückschickt. Um das Umpolen dieser als Compoundmaschine ausgeführten Dynamo durch diesen Rückstrom zu verhindern, empfiehlt die Firma, der Nebenschlußwicklung der Dynamo einen Variator vorzuschalten. Zur Einstellung der Spannung wird demselben ein kleiner verstellbarer Widerstand parallel geschaltet.

(D. R. P. Nr. 291 940.)

Von der Elektrizitäts-Gesellschaft „Colonia" m. b. H. und Hans Charlet in Cöln-Zollstock wird eine Querfeldmaschine für konstante Spannung angegeben, bei der die Regelung bloß durch das dem jeweiligen Belastungszustand der Maschine entsprechend auftretende Querfeld erfolgt. Von einem auf die neutrale Zone senkrecht stehenden Bürstenpaar 1, 1 (Abb. 6) wird der Nutzstrom abgenommen. Die Hauptbürsten 2, 2 in der neutralen Zone sind nun erfindungsgemäß nicht kurzgeschlossen, sondern an die Bürsten 2, 2 werden zusätzliche Erregerwindungen angeschlossen, die die Ankerrückwirkung des Tertiärfeldes verstärken und dem Primärfeld so entgegenwirken, daß sie bei Leerlauf den Teil des Primärfeldes ganz oder teilweise kompensieren, welcher beim Betrieb durch das Tertiärfeld aufgehoben wird. Beim Betrieb als gewöhnlicher Compoundmotor werden die Bürsten 1, 1 abgeschaltet und die zusätzlichen Feldwindungen über die Bürsten 2, 2 vom Hauptstrom so erregt, daß das primäre Hauptfeld verstärkt wird. (D. R. P. Nr. 295 277.)

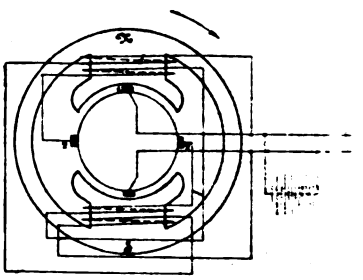


Abb. 6.

Zu den Regeleinrichtungen für Leonardbetriebe übergehend, sei die Regulierung der Dynamoerregung der Anlaßmaschinen von F. Grabe in Danzig angeführt. Sämtliche Feldpole der Maschine haben gleiche Polarität und sind in der Nullstellung des Feldreglers von gleicher Stärke, so daß die Maschine keinen Strom gibt. Durch den Feldregler wird nun beim Anlassen eine Gruppe von Feldpolen stärker erregt als die andere, es tritt mithin durch den Anker ein Feld, das an den Bürsten eine Spannung bestimmter Richtung erzeugt. Wird dann der Kontakt am Feldregler über die Mittel- oder Nullstellung hinweg nach der anderen Seite verstellt, so wird die erste Feldpolgruppe geschwächt, die zweite verstärkt, mithin geht durch den Anker ein Feld entgegengesetzter Richtung. Man kann auf diese Weise die Dynamospannung umkehren, ohne den Erregerstrom abzuschalten oder seine Richtung zu wechseln.

(D. R. P. Nr. 299 213.)

Es sind bereits Sicherheitseinrichtungen gegen Überlastung von elektrischen Betrieben mit stark schwankender Belastung, wie zum Beispiel Schachtanlagen, mit Maschinen vorzugsweise in Leonardschaltung bekannt, bei welchen eine elektromagnetische Sperrung des Steuerhebels der Anlaßmaschine eintritt, wenn der vom Leonardumformer oder vom Fördermotor aufgenommene Strom einen bestimmten Wert überschreitet. Eine Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft zielt dahin, nicht die einzelne Maschine allein, sondern Netze, an welche mehrere Antriebe, aber auch andere Stromverbraucher angeschlossen sind, zu sichern. Die Steuerhebel werden also nicht nur gesperrt, wenn der einzelne Antrieb für sich überlastet ist, sondern auch, wenn das Netz überlastet ist. In den Stromkreis des Sperrmagneten werden somit zwei Relaiskontakte in Reihe geschaltet, der eine vom Netzstrom, der andere vom Strom des Antriebes selbst, bezw. des Arbeitsmotors, beherrscht.

(D. R. P. Nr. 300 873.)

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Exkursion.

Es ist beabsichtigt, in der ersten Hälfte Oktober d. J. eine Exkursion zur Besichtigung der Überlandzentrale der Städtischen Elektrizitätswerke Wien in Ebenfurt und des damit im Zusammenhang stehenden Bergbaubetriebes zu veranstalten. Jene Herren Mitglieder, welche an der Exkursion teilzunehmen beabsichtigen, wollen dies umgehend dem Sekretariat des Vereines, Wien VI, Theobaldgasse 12, anzeigen. Programm und Tag der Exkursion werden nach Erhalt der Besuchsbewilligung veröffentlicht werden. Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidl. Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
6. Oktober 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 40.
36. Jahrgang.

INHALT:

Zur Geschichte der „doppelt verketteten" Streuung. Eine Bemerkung zum 10jährigen Jubiläum dieses Namens. Von J. Sumec 445

Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit (Ein Vergleich mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen.) Von Ing. Josef Rothbauer (Fortsetzung) 447

Rundschau 453
Chronik 456
Literatur-Bericht 456
Vereins-Nachrichten 456

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Zur Geschichte der „doppelt verketteten" Streuung.

(Eine Bemerkung zum 10jährigen Jubiläum dieses Namens.)

Von J. Sumec, Brünn, böhm. techn. Hochschule.

Die Entdeckung der doppelt verketteten Streuung wird allgemein den Herren Rogowski und Simons zugeschrieben, auf Grund ihres Aufsatzes „die Streuung bei Wechselstromtransformatoren und Kommutatormotoren" in „E.T.Z." **1908**, da sie hier diese Erscheinung zum erstenmal ausführlich behandelt und mit einem Namen belegt haben. Die Verfasser waren auch selbst bei ihrer Arbeit überzeugt, etwas bis dahin unbekanntes vor sich zu haben, und drückten diese ihre Überzeugung auch unverhohlen aus, indem sie S. 564/5 schrieben: „Man hat sich unter den Streufeldern immer die einfach verketteten vorgestellt und infolgedessen die doppelt verkettete Streuung und daher auch die Möglichkeit negativer Streuung übersehen. Man hat zwar gefühlt und experimentell nachgewiesen, daß weitere Ursachen der Streuung vorhanden sein mußten und so unklar definierte Begriffe wie Zickzackstreuung eingeführt ... Am nächsten ist unserer Anschauung wohl Behn-Eschenburg (1904) gekommen. Er berechnet aber allein die Änderung der doppelt verketteten Streuung mit der Verschiebung der Nuten eines Drehstrommotors gegeneinander, und zwar zunächst bei gleichen Nutenzahlen. Hier ist die doppelt verkettete Streuung, solange sich die Nuten gegenüberstehen, nicht vorhanden; diese Beziehung setzt er aber auch voraus bei verschiedenen Nutenzahlen, und hier ist die doppelt verkettete Streuung schon bei genauer Gegenüberstellung der Phasen vorhanden."

Und in ihrer folgenden Arbeit „über Streuung von Drehstrommotoren" in „E. T. Z." 1909, S. 256, Mittelspalte: „Wir führen dagegen auf Grund der strengen Definition der allein maßgebenden EMKe den Begriff der einfach verketteten Streuung und den der doppelt verketteten Streuung ein, und definieren unter letzterer eine Streuung, die Behn-Eschenburg und Adams bemerkt, aber nicht einwandsfrei zu berechnen gelehrt haben, die eben noch mehr umfaßt als Adams „belt leakage". Denn nach unserer Darstellung beschränken sich Behn-Eschenburg und Adams mit der Zunahme der doppelt verketteten Streuung bei Drehung des Rotors aus der ersten Hauptstellung, während sie theoretisch in dieser eine solche nicht annehmen. Die Hauptsache aber ist, daß wir glauben nachgewiesen zu haben, daß es diese einfach und doppelt verkettete Streuung gibt."

Dementgegen möchte ich, veranlaßt durch die in dieser Zeitschrift immer wieder neu erscheinenden Aufsätze zu diesem Thema (so in diesem Jahrgang auf S. 14 von Sachs, S. 144 von Niethammer) — zwar spät, aber doch — endlich einmal folgendes feststellen:

1). In meiner Arbeit „die einphasigen Kommutatormotoren" in „Z. f. E." **1904**, also aus demselben Jahr wie die Arbeiten Behn-Eschenburgs und Adams, und chronologisch zwischen den beiden liegend, steht auf S. 204 — im Abschnitt über den phasenkompensierten Motor — folgende „Anmerkung: Die im vorhergehenden gefundenen Werte für $M^2 : L_1 L_2$ gelten unter der Voraussetzung, daß keine magnetische Streuung im gewöhnlichen Sinne des Wortes, d. h. keine peripherisch zwischen den beiden Wicklungen verlaufenden Kraftlinien vorhanden seien. Mit Rücksicht auf den wirklichen Sachverhalt sind also die gefundenen Werte im Verhältnis dieser unnützen Streulinien zu den gemeinsamen, radial durch beide Wicklungen verlaufenden Kraftlinien zu reduzieren".

Um diese „Anmerkung" in ihrer vollen Bedeutung zu verstehen, muß man wissen, was ihr vorausgeht, worauf sie sich bezieht; daher soll es hier kurz wiedergegeben werden:

Nach Anführung von Formeln für das Verhältnis $T_o : T_n$ des Anlaufmomentes zum Normalmoment und für das Verhältnis V_n der Normalgeschwindigkeit zum Synchronismus (als normal gilt der Betriebszustand bei vollkommener Phasenkompensierung) heißt es dort S. 203: „Da nun der Ausdruck $M^2 : L_1 L_2$ einen so bedeutenden Einfluß auf das Verhalten des Motors hat, muß er bei der Konstruktion wohl beachtet werden; ich will ihn deshalb im folgenden einer näheren Betrachtung unterziehen". Daraufhin wird die heutzutage zwar schon ziemlich allgemein bekannte, damals aber neue Berechnungsweise der Selbst- und Wechselinduktionskoeffizienten von verteilten Wicklungen im Prinzip entwickelt und auf verschiedene Wicklungsarten angewendet; es werden zum Beispiel folgende Werte erhalten, insgesamt gültig bei koaxialer Stellung von Stator und Rotor, also entsprechend der ersten Hauptstellung nach Rogowski und Simons:

Eine sinusartige Statorwicklung (gegenüber einer Gleichstrom-Durchmesserwicklung am Rotor) gibt „abgesehen von der Streuung" (S. 203, rechts oben):

$$M^2 : L_1 L_2 = 96 : \pi^4 = 0{\cdot}98.$$

Konzentrierte Statorwicklung (ausgebildete Pole):

Polbedeckung = 1, $^3/_4$, $^2/_3$, $^1/_2$:

$$M^2 : L_1 L_2 = 0{\cdot}75,\ 0{\cdot}893,\ 0{\cdot}923,\ 0{\cdot}964.$$

Gleichmäßig verteilte Wicklung:

Bewicklungsbreite = $^1/_3$, $^1/_2$, $^2/_3$, 1:

$$M^2 : L_1 L_2 = 0{\cdot}895,\ 0{\cdot}945,\ 0{\cdot}98,\ 1.$$

2). Auf S. 286, im Abschnitt über den Repulsionsmotor, heißt es nochmals: „In folgenden Tabellen ist die Rechnung für verschiedene Statorwicklungsformen durchgeführt. Für die Induktionskoeffizienten sind nur Relativwerte angeführt; als Einheit gilt immer der Koeffizient einer (in einem Loch) konzentrierten, die ganze Polfläche umfassenden Wicklung mit derselben Windungszahl ... Die

Digitized by Google

Tabellen haben eine große Nutenzahl pro Pol und keine Streuung im gewöhnlichen Sinne, das heißt keine tangential zwischen der Magnet- und der Ankerwicklung verlaufenden Kraftlinien zur Voraussetzung".

Die darauf folgenden vier Tabellen enthalten nebst anderen auch die Werte $L_1 L_2 - M^2$ für verschiedene Bürstenstellungen, das heißt verschiedene Verdrehung der Rotor- gegenüber der Statorwicklung. Sie seien hier, durch $L_1 L_2$ dividiert, also in der Form des Behn-Eschenburgschen Streufaktors $\sigma = 1 - M^2 : L_1 L_2$ zusammengestellt:

Bürstenwinkel	Gleichmäßig verteilte Wicklung mit der Bewicklungsbreite			Ausgebildete Pole mit der Polbedeckung = 0·732
	1	2/3	1/2	
0	·0	·0216	·054	·102
10	·0324	·0486	·081	·123
20	·1296	·1296	·153	·194
30	·2709	·2592	·270	·302
45	·5274	.5076	·500	.520

Auf Grund dieser Tatsachen kann ich wohl behaupten, daß ich jene Erscheinung, die von Rogowski und Simons **1908** „doppelt verkettete Streuung" benannt worden, schon **1904** gekannt, von der gewöhnlichen Streuung scharf unterschieden und unter Anwendung des Ausdruckes $M^2 : L_1 L_2$ genau definiert und berechnet habe. Leider aber ist meine Arbeit nicht in einem englischen oder amerikanischen Fachblatt, wie die Arbeiten Behn-Eschenburgs und Adams, sondern nur in unserer Wiener Zeitschrift erschienen und deshalb wohl der Aufmerksamkeit der Herren Rogowski und Simons entgangen. Dies sieht man auch dem ganzen Stil ihrer Arbeit an; denn, hätten sie meine Arbeit gekannt, so hätte nicht mehr ein Problem für sie sein können, was dort schon wie eine selbstverständliche, einfach hinzunehmende Tatsache behandelt worden ist.

Betreffs der Rechnungsmethode möchte ich nur noch bemerken, daß der Forderung der Herren Rogowski und Simons nach Einführung der gegenseitigen Spulenfaktoren*) auch schon in meiner Arbeit entsprochen worden ist; ich glaube sogar, noch besser, weil einfacher, als in ihrer eigenen Arbeit. Denn während die Rogowski und Simonsschen Spulenfaktoren f, wie später auch die Niethammerschen Faktoren c (E. u. M. 1913, S. 265), die EMKe — die doch bei allen Induktionserscheinungen die allein maßgebenden Größen sind**) — nur auf dem Umweg über die Kraftflüsse zu berechnen gestatten, leisten es meine Faktoren k unmittelbar, ohne die Kraftflüsse. Näheres darüber ist zu lesen in meiner zweiten Arbeit „zur Berechnung einphasiger Kommutatormotoren" in Z. f. E. 1905 auf S. 259, sowie im Aufsatz „das Stromübersetzungsverhältnis im allgemeinen Transformator" in E. u. M. 1914, S. 413.

Daß ich erst heute, beim zehnjährigen Jubiläum der Rogowski-Simonsschen Arbeit, meinen Prioritätsanspruch erhebe, hat folgenden Grund: Der Name „doppelt verkettete Streuung" schien mir von Anfang an so widerspruchsvoll in sich selbst, daß ich gar nicht glaubte, die Arbeit würde eine weitere Beachtung finden. Nun ist aber gerade das Gegenteil geschehen: eben dieser widerspruchsvolle Name scheint die Aufmerksamkeit der Fachleute immer wieder auf jene Erscheinung hinzulenken. Dies ist freilich noch immer kein Grund dafür, den Namen auch weiterhin beizubehalten; möge er noch so oft angewendet werden, der innere Widerspruch wird dadurch nie abgeschwächt. Eine Kraftlinie wird immer nur insoferne zur Streuung beitragen, als sie nicht doppelt verkettet ist; soweit sie aber doppelt verkettet ist, trägt sie nicht zur Streuung bei. Eine gemeinsame, das heißt vom Stator in den Rotor oder umgekehrt übertretende Kraftlinie trägt nur dann und nur insoweit zur Streuung bei, als sie mit **ungleichen** Bruchteilen der primären und sekundären Windungszahlen verkettet ist. Darum möchte ich, falls ich mein Kind selber taufen darf, anstatt „doppelt verkettete Streuung" den Namen „**ungleiche Verkettung**" vorschlagen, so daß das Wort „Streuung" auf die wirkliche Streuung, das heißt auf die nicht vom Stator in den Rotor oder umgekehrt übertretenden Kraftlinien, beschränkt bliebe. Dies würde meines Erachtens viel zur Klärung der Begriffe beitragen; man würde dann zum Beispiel durch bloße Anschauung begreifen lernen, daß die Zickzack- oder Zahnkopf-Streuung, die ja zwischen Stator und Rotor hin und her laufen soll, keine Streuung ist und daher auch nicht als solche (zum Beispiel in der von Arnold angewendeten Weise) zu berechnen ist, sondern zur „ungleichen Verkettung" gehört und daher mittels der gegenseitigen Spulenfaktoren zu ermitteln bleibt, so wie es eben Rogowski und Simons und dann noch Rogowski allein in ihren ausgezeichneten Arbeiten „Streuung von Drehstrommotoren" E. T. Z. 1909 und „zur Streuung des Drehstrommotors" E. T. Z. 1910 getan haben.

*) „E. T. Z." 1908, Seite 564: „Will man von den fiktiven Feldern ausgehen, so genügt auch eine Einführung primärer und sekundärer Spulenfaktoren allein noch nicht, es muß der Begriff der Spulenfaktoren durch den der gegenseitigen erweitert werden." Und „E. T. Z." 1910, Seite 356: „Die prinzipielle Bedeutung und Notwendigkeit der Einführung eigener und gegenseitiger Spulenfaktoren..."

**) Vgl. ihre eigene schon eingangs angeführte Stelle „...auf Grund der strengen Definition der allein maßgebenden EMKe."

Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit.

(Ein Vergleich mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen.)

Von Ing. **Josef Rothbauer**, Wien.

(Fortsetzung von Heft 39, Seite 439.)

II. Die Gleichstrommaschine.

Voraussetzung: Es seien zwei Gleichstrommaschinen gleicher Bauart vorausgesetzt, die eine mit Kupferwicklungen („Kupfermaschine"), die andere mit Wicklungen aus einem Material von geringerer Leitfähigkeit, zum Beispiel Aluminium oder Zink („Ersatzmaschine"). Beide Maschinen sollen gleiche Eisendimensionen im Magnetsystem und im Anker haben; auch die Nutung des Ankers soll in beiden Fällen gleich sein. Die vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen beider Maschinen (also Anker-, Wendepol-, Hauptstrom- und eventuell vorhandene Kompensationswicklung) sollen gleiche Windungszahlen und gleiche Wicklungsquerschnitte haben.

Bezüglich der Nebenschlußwicklungen sei vorerst angenommen, daß in beiden Fällen die gleichen Amperewindungszahlen zur Verfügung stehen (das Nähere ist dem Abschnitt „Nebenschlußwicklung" zu entnehmen).

Alle auf die Ersatzmaschine bezüglichen Größen sind im folgenden mit dem Index 1 bezeichnet, während die Größen der Kupfermaschine ohne Index verwendet werden sollen; in den Ableitungen kommen folgende Bezeichnungen zur Anwendung:

ρ = Leitfähigkeit
s = spezifisches Gewicht
G = Gewicht

} des Wicklungsmateriales.

Digitized by Google

E = Klemmenspannung,
i = Strom in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen,
e = Ohmscher Spannungsabfall in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen,
e_b = Spannungsabfall an den Bürsten,
w = Summe der Widerstände der vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen,
η = Wirkungsgrad bei Vollast.

Aus der Voraussetzung gleicher Windungszahlen und gleicher Wicklungsquerschnitte ergibt sich für die vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen das Verhältnis der Ohmschen Widerstände mit

$$\frac{w_1}{w} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

und das Verhältnis der Wicklungsgewichte zu

$$\frac{G_1}{G} = \frac{s_1}{s} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1a).$$

Aufgabe: Welche Leistung kann die Ersatzmaschine bei gleicher Temperaturzunahme wie die Kupfermaschine abgeben und wie ist ihr sonstiges Verhalten im Vergleich zur Kupfermaschine?

Lösung: Die Erwärmung beider Maschinen wird gleich sein, wenn die Verluste gleich bleiben; aus der Bedingung gleicher Stromwärmeverluste in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen ergibt sich das Verhältnis der zulässigen Belastungsströme bezw. der Stromdichten mit $\frac{i_1}{i} = \sqrt{\frac{w}{w_1}}$; ersetzt man das Verhältnis der Widerstände nach Gleichung 1), so erhält man:

$$\frac{i_1}{i} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2);$$

das heißt, man kann die Aluminiummaschine mit 78·4% und die Zinkmaschine mit 54·6% des Stromes der Kupfermaschine belasten. Daraus folgt weiter, daß die Aluminiummaschine nur 78·4%, die Zinkmaschine nur 54·6% des Bürstenquerschnittes der Kupfermaschine zu haben braucht; ungefähr im gleichen Verhältnis könnte man die Kollektorlänge verkleinern, wenn man als Material für die Lamellen Kupfer beibehält. (Bei Verwendung von Stahlkollektoren bei Aluminiummaschinen wird man im allgemeinen die Kollektorlänge nicht verkleinern können, wenn man keine höheren Temperaturen als beim Kupferkollektor zulassen will; bei Zinkmaschinen könnte man die Länge des Stahlkollektors entsprechend der geringeren Stromstärke, das ist um zirka 30%, verkleinern.)

Durch Multiplikation der Gleichungen 1) und 2) ergibt sich das Verhältnis der Ohmschen Spannungsabfälle mit

$$\frac{e_1}{e} = \frac{i_1 \cdot w_1}{i \cdot w} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3);$$

der Ohmsche Spannungsabfall der Aluminiummaschine beträgt somit das 1·278fache, jener der Zinkmaschine das 1·79fache des Spannungsabfalles der Kupfermaschine.

Die folgenden Betrachtungen sollen für Generatoren und Motoren getrennt durchgeführt werden.

Der Gleichstromgenerator.

Der Ohmsche Spannungsabfall von Generatoren mit Kupferwicklungen wird in den ungünstigsten Fällen 25% der Klemmenspannung kaum überschreiten; legen wir diesen Wert als Maximum zugrunde, so wird der Ohmsche Spannungsabfall der Aluminiummaschine $25.1{\cdot}278 \doteq 32\%$, jener der Zinkmaschine $25.1{\cdot}79 \doteq 45\%$ nicht übersteigen. Setzen wir die Klemmenspannung = 100, so ist in diesem Grenzfalle die elektromotorische Kraft der Kupfermaschine = 125, jene der Aluminiummaschine = 132 und jene der Zinkmaschine = 145.

Bei gleichbleibender Tourenzahl und Klemmenspannung wird somit die Sättigung des Aluminiumgenerators höchstens um zirka 5·5%, jene des Zinkgenerators höchstens um zirka 16% größer werden als bei der entsprechenden Kupfermaschine.

Es wird daher mit Rücksicht auf die Sättigung bei Aluminiumgeneratoren fast immer, bei Zinkgeneratoren in den meisten Fällen möglich sein, die gleiche Tourenzahl und die gleiche Klemmenspannung wie bei der entsprechenden Kupfermaschine beizubehalten. Nur wenn die Kupfermaschine in Bezug auf die magnetische Sättigung schon an der Grenze ist, wird es bei dem Ersatzgenerator notwendig sein, bei gleichbleibender Tourenzahl die Klemmenspannung herabzusetzen oder bei gleichbleibender Klemmenspannung die Tourenzahl zu erhöhen; soll aber Klemmenspannung und Tourenzahl unverändert bleiben; so müßte in diesem Fall die Zahl der Ankerleiter vergrößert werden; dann wäre bei der Ersatzmaschine eine größere Reduktion des Belastungsstromes nötig, als der Gleichung 2) entspricht.

Unter der Voraussetzung, daß die Ersatzmaschine die gleichen Verluste wie die Kupfermaschine besitzt und daß Klemmenspannung und Tourenzahl gleich bleiben, läßt sich zur Schätzung des Wirkungsgrades η_1 der Ersatzmaschine folgende Näherungsgleichung aufstellen:

Es seien beim Kupfergenerator

die abgegebene Leistung	$= E \,.\, i$
„ aufgenommene Leistung	$= E \,.\, i + \Sigma V$
„ Gesamtverluste	$= \Sigma V$

und beim Ersatzgenerator

„ abgegebene Leistung	$= E \,.\, i_1 \,.\, \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$
„ aufgenommene Leistung	$= E \,.\, i_1 + \Sigma V = E \,.\, i \,.\, \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} + \Sigma V$
„ Gesamtverluste	$= \Sigma V$

Setzen wir bei der Kupfermaschine nach Begriff die aufgenommene Leistung $= E\,i + \Sigma V = 1$ und die abgegebene Leistung $E\,i = \eta$, so sind die Gesamtverluste des Kupfergenerators und nach Voraussetzung auch die des Ersatzgenerators $\Sigma V = 1 - \eta$.

Für den Ersatzgenerator wird dann die abgegebene Leistung $E\,i_1 = E\,i\,\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} = \eta\,\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ und die aufgenommene Leistung

$$E\,i_1 + \Sigma V = \eta\,\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} + 1 - \eta = 1 - \eta\left(1 - \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right).$$

Digitized by Google

Der Wirkungsgrad des Ersatzgenerators bestimmt sich somit als Verhältnis der abgegebenen zur aufgenommenen Leistung zu

$$\eta_1 = \frac{\eta \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}{1 - \eta\left(1 - \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right)} \quad \ldots \ldots \quad 4),$$

das heißt man erhält für den Wirkungsgrad des Ersatzgenerators die gleiche Wirkungsgradhyperbel wie für den Ersatztransformator bei induktionsfreier Belastung (vgl. S. 435, Gleichung 7a). Mit Hilfe der Gleichung 4) kann man unabhängig von der Leistung aus dem Wirkungsgrad des Kupfergenerators jenen das Ersatzgenerators schätzen.

Der Gleichstrommotor:

Für den Ohmschen Spannungsabfall des Motors gilt dasselbe wie für den Generator; nehmen wir den Ohmschen Spannungsabfall des Kupfermotors wieder mit maximal 25% an und setzen wir die Klemmenspannung = 100, so ist die elektromotorische Kraft des Kupfer-Motors = 100 — 25 = 75, die des Aluminiummotors 100 — 32 = 68 und jene des Zinkmotors 100 — 45 = 55. Unter Voraussetzung gleicher Kraftlinienzahl pro Pol bei der Kupfer- und der Ersatzmaschine läßt sich folgende Näherungsgleichung als Grenze aufstellen:

Tourenzahl des Kupfermotors: Tourenzahl des Aluminiummotors: Tourenzahl des Zinkmotors = 75 : 68 : 55; die Tourenzahl des Aluminiummotors wird daher maximal um zirka 9·5%, jene des Zinkmotors um zirka 26·5% kleiner sein als die Tourenzahl des Kupfermotors; bei gleichbleibender Klemmenspannung wird daher der Ersatzmotor im allgemeinen eine kleinere Tourenzahl haben als der Kupfermotor.

Vorausgesetzt, daß der Ersatzmotor gleiche Verluste und gleiche Klemmenspannung wie der Kupfermotor hat, läßt sich auch zur Schätzung des Wirkungsgrades η_1 des Ersatzmotors eine Näherungsgleichung aufstellen:

Es seien beim Kupfermotor
- die aufgenommene Leistung $= E \,.\, i$
- „ abgegebene Leistung $= E \,.\, i - \Sigma V$
- „ Gesamtverluste $= \Sigma V$

und beim Ersatzmotor
- „ aufgenommene Leistung $= E \,.\, i_1 = E \,.\, i \,.\, \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$
- „ abgegebene Leistung $= E \,.\, i_1 - \Sigma V = E \,.\, i \,.\, \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - \Sigma V$
- „ Gesamtverluste $= \Sigma V$

Setzen wir beim Kupfermotor nach Begriff die aufgenommene Leistung $E \,.\, i = 1$ und die abgegebene Leistung $E \,.\, i - \Sigma V = \eta$, so ergeben sich die Gesamtverluste des Kupfermotors und nach Voraussetzung auch jene des Ersatzmotors zu $\Sigma V = 1 - \eta$.

Für den Ersatzmotor wird somit die aufgenommene Leistung $E \,.\, i_1 = E \,.\, i \,.\, \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ und die abgegebene Leistung

$$E \,.\, i_1 - \Sigma V = E \,.\, i \,.\, \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - \Sigma V = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - (1 - \eta).$$

Der Wirkungsgrad des Ersatzmotors wird daher als Verhältnis der abgegebenen zur aufgenommenen Leistung

$$\eta_1 = \frac{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - (1 - \eta)}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} = \frac{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - 1}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} + \frac{\eta}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} \quad . \quad 5).$$

Mit Hilfe der Gleichung 5) kann man unabhängig von der Leistung den Wirkungsgrad des Ersatzmotors aus jenem des Kupfermotors schätzen.

Nach Gleichung 5) befolgt der Wirkungsgrad des Ersatzmotors bezogen auf den Wirkungsgrad des Kupfermotors, das Gesetz einer Geraden, deren Ordinatenabschnitt

$$b = \frac{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - 1}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}$$

und deren Richtungskoeffizient

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}} \text{ ist.}$$

Abb. 10 enthält die nach Gleichung 4) gerechnete Wirkungsgradkurve des Aluminiumgenerators, die nach

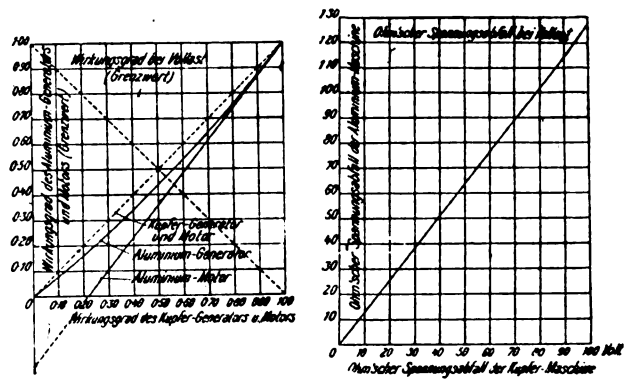


Abb. 10. Vergleich der Aluminium-Gleichstrommaschine mit der Kupfer-Gleichstrommaschine.

Gleichung 5) gerechnete Wirkungsgradkurve des Aluminiummotors und den nach Gleichung 3) gerechneten Ohmschen Spannungsabfall der Aluminiumaschine in Abhängigkeit von den entsprechenden Größen der Kupfermaschine für den praktischen Gebrauch zusammengestellt. Abb. 11 enthält die analoge Zusammenstellung für die Zinkmaschine.

Wie nachstehend bewiesen wird, ist die Gerade, welche nach Gleichung 5) den Wirkungsgrad des Ersatzmotors darstellt, auch gleichzeitig die geometrische Tangente im Punkte $\eta_1 = \eta = 1$ (verlustlose Maschine) an die Hyperbel, die nach Gleichung 4) den Wirkungsgrad des Ersatzgenerators veranschaulicht.

Der Richtungskoeffizient der geometrischen Tangente in einem Punkte der Wirkungsgradhyperbel 4)

Digitized by Google

ist durch den Differentialquotienten $\frac{d\eta_1}{d\eta}$ dargestellt; es wird aus Gleichung 4)

$$\frac{d\eta_1}{d\eta} = \frac{\left[1-\eta\left(1-\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right)\right]\cdot\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} - \left(-1+\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right).\eta.\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}{\left[1-\eta\left(1-\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right)\right]^2} = \frac{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}}{\left[1-\eta\left(1-\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}\right)\right]^2} \quad 6).$$

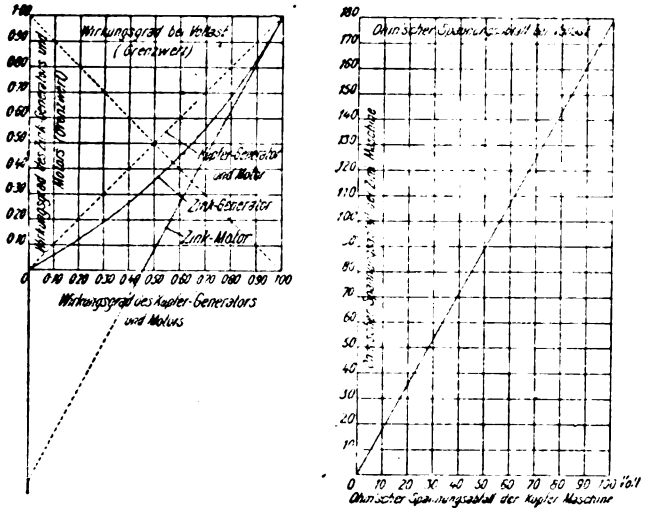


Abb. 11. Vergleich der Zink-Gleichstrommaschine mit der Kupfer-Gleichstrommaschine.

Im Punkt der Wirkungsgradhyperbel 4) mit den Koordinaten $\eta_1 = \eta = 1$ (verlustlose Maschine) wird durch Einsetzen von $\eta = 1$ in Gleichung 6)

$$\frac{d\eta_1}{d\eta} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}},$$

also derselbe Wert, den der Richtungskoeffizient der Wirkungsgradgeraden nach Gleichung 5) hat.

Gemeinsame Bemerkungen für Gleichstromgeneratoren und -motoren:

Kommutierung: Die lineare Strombelastung A pro 1 cm Ankerumfang ist dem Belastungsstrom proportional; es muß daher nach Gleichung 2) die Beziehung

$$\frac{A_1}{A} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \quad \ldots\ldots 7)$$

bestehen, das heißt bei gleichbleibender Tourenzahl beträgt die Kommutierungsspannung des Aluminiumgenerators zirka 78·4%, die des Zinkgenerators zirka 54·6% jener des Kupfergenerators; beim Aluminium- bezw. Zinkmotor werden sich diese Werte wegen der im allgemeinen kleineren Tourenzahl dieser Motoren noch etwas erniedrigen.

Die Ersatzmaschinen werden somit in bezug auf Funkenbildung keine Schwierigkeiten ergeben, da sie in dieser Hinsicht als nicht vollbelastete Kupfermaschinen anzusehen sind.

Überlastungsfähigkeit: Wie im folgenden gezeigt werden soll, kann man unter der Annahme eines gleichbleibenden Felddepressionsfaktors

$$v_q = \frac{AW_{\text{Luft + Zähne}}}{0{\cdot}5\,.\,\alpha\,.\,\tau\,.\,A}$$

bei gleicher Überlastbarkeit bei der Ersatzmaschine den Luftspalt gegenüber der Kupfermaschine verkleinern.

Da die lineare Stromdichte A im Verhältnis von $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ heruntergeht, müßte auch der Wert $AW_{\text{Luft + Zähne}}$ im gleichen Verhältnis kleiner werden; die Amperewindungen für die Zähneschicht sind in beiden Fällen gleich, es müssen somit die Amperewindungen für den Luftspalt verkleinert werden; dies ist aber bei ungefähr gleicher Induktion durch Verkleinerung des Luftspaltes zu erreichen. Die vom elektrischen Standpunkt aus zulässige Verkleinerung des Luftspaltes wird also um so größer sein, je geringer die Leitfähigkeit des Wicklungsmateriales ist.

Das Verhältnis der Amperewindungen für die Zähneschicht und für den Luftspalt ist aber bei den einzelnen Maschinen sehr verschieden; es läßt sich deshalb die zulässige Verkleinerung des Luftspaltes bei der Ersatzmaschine in allgemeiner Form nicht übersichtlich darstellen und man muß daher die zulässige Luftspaltverkleinerung der Ersatzmaschine in jedem einzelnen Falle untersuchen.

Macht man aber den Luftspalt der Ersatzmaschine so groß wie den der Kupfermaschine, so vergrößert sich der Felddepressionsfaktor im Verhältnis von $\frac{A}{A_1} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}}$, das heißt bei gleich guter Kommutation wird die Überlastbarkeit der Aluminiummaschine um 27·8%, die der Zinkmaschine um 57·8% größer als jene der Kupfermaschine.

Die Nebenschlußwicklung.

In diesem Abschnitt soll zunächst der Erregerbedarf des Ersatzgenerators mit jenem des Kupfergenerators verglichen werden. Infolge der eingangs gemachten Voraussetzungen werden sich bei gleichbleibendem Luftspalt die Leerlaufcharakteristiken beider Maschinen decken, das heißt die Leerlaufamperewindungen AW_0 werden in beiden Fällen gleich sein; der Spannungsabfall an den Bürsten e_b bleibt ebenfalls ungeändert. Der Ohmsche Spannungsabfall e in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen wird nach den vorhergegangenen Ableitungen im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}}$, das ist bei Aluminiummaschinen um maximal 27·8%, bei Zinkmaschinen um maximal 79% größer als bei der Kupfermaschine. Die Ankerrückwirkung AW_g ist proportional dem Ankerstrom; daher wird sie bei Aluminiummaschinen nur 78·4%, bei Zinkmaschinen nur 54·6% jener der Kupfermaschinen betragen.

Digitized by Google

Es wird daher nach Abb. 12 der Erregerbedarf AW_{ges} des Ersatzgenerators im allgemeinen nicht größer sein als beim Kupfergenerator. Ausgenommen sind nur jene Maschinen, die schon als Kupfermaschinen in Bezug auf die magnetische Sättigung an der Grenze sind; bei der entsprechenden Ersatzmaschine würde dann die durch die Vergrößerung des Ohmschen Spannungsabfalles e_0 bedingte Vergrößerung der Amperewindungen über die geringere Ankerrückwirkung der Ersatzmaschine überwiegen, so daß der Erregerbedarf AW_{ges} dieser Ersatzmaschine größer wird als bei der Kupfermaschine; in solchen Fällen kann mit Vorteil von der zulässigen Luftspaltverkleinerung Gebrauch gemacht werden.

Es wird somit beim Ersatzgenerator von gleichem Erregerbedarf wie der Kupfergenerator die bei Entlastung (bei gleichbleibender Tourenzahl und Erregung) auftretende Spannungserhöhung wie beim Kupfergenerator bleiben; beim Ersatzgenerator mit größerem Erregerbedarf wie der Kupfergenerator wird diese Spannungserhöhung größer als beim Kupfergenerator werden.

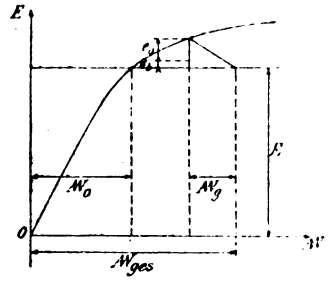


Abb. 12.

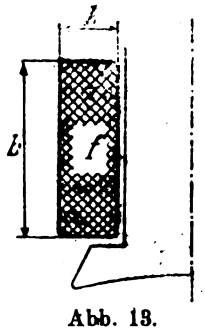


Abb. 13.

Für den Ersatzmotor führen die analogen Überlegungen zum gleichen Ergebnis. Im folgenden sei daher die Annahme gemacht, daß die Ersatzmaschine die gleiche Amperewindungszahl braucht wie die Kupfermaschine.

In den folgenden Ableitungen werden die nachstehend angeführten Bezeichnungen verwendet, und zwar gelten die Bezeichnungen ohne Index für die Kupfermaschine, jene mit dem Index 1 für die Ersatzmaschine.

AW_{ges} = Amperewindungen pro Pol,
$2p$ = Zahl der Polpaare,
E = Erregerspannung pro Spule,
ρ = Leitfähigkeit des Wickelmateriales,
b = Spulenbreite,
h = Spulenhöhe,
$f = b \cdot h$ = Spulenquerschnitt,
l_m = mittlere Windungslänge in m,
q = Querschnitt des Wicklungsdrahtes in mm²,
n = Zahl der Windungen pro Pol,
c_k = Wicklungsfüllfaktor,
i_m = Erregerstrom in Ampere,
σ = Stromdichte in A/mm²,
w_n = Widerstand der Erregerwicklung pro Pol in Ω,
V = Stromwärmeverluste pro Pol in W,
O = Abkühlungsoberfläche einer Spule in cm²,
T = Temperaturzunahme der Spule in °C.

a) Vergleich zwischen Ersatz- und Kupferspulen gleicher Amperewindungszahl bei gleichbleibendem Wickelraum.

Aus der Annahme gleichbleibenden Wickelraumes ergeben sich folgende Beziehungen:

$$\left.\begin{aligned} l_m &= l_{m1} \\ b &= b_1 \\ h &= h_1 \\ f &= f_1 \\ O &= O_1 \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 8).$$

Der Querschnitt des Wicklungsdrahtes folgt aus der bekannten Gleichung

$$q = \frac{AW_{ges} \cdot l_m}{E \cdot \rho} \quad \ldots\ldots \quad 8a).$$

wobei ρ die Leitfähigkeit des Wickelmateriales im warmen Zustande bedeutet.

Aus den Gleichungen 8) und 8a) folgt das Verhältnis der Querschnitte mit

$$\frac{q_1}{q} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 9).$$

Unter der Annahme eines gleichbleibenden Wicklungsfüllfaktors c_k ergibt sich die ausführbare Windungszahl $n = \frac{f \cdot c_k}{q}$ und $n_1 = \frac{f \cdot c_k}{q_1}$ und das Verhältnis der Windungszahlen mit

$$\frac{n_1}{n} = \frac{q}{q_1} = \frac{\rho_1}{\rho} \quad \ldots\ldots \quad 10).$$

Die Erregerströme werden

$$i_m = \frac{AW_{ges}}{n} \quad \text{und} \quad i_{m1} = \frac{AW_{ges}}{n_1}$$

und ihr Verhältnis

$$\frac{i_{m1}}{i_m} = \frac{n}{n_1} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots \quad 11).$$

Die Stromdichten ergeben sich zu $\sigma = \frac{i_m}{q}$ und $\sigma_1 = \frac{i_{m1}}{q_1}$ und ihr Verhältnis zu

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = \frac{i_{m1}}{i_m} \cdot \frac{q}{q_1} = \frac{\rho}{\rho_1} \cdot \frac{\rho_1}{\rho} = 1 \quad \ldots \quad 12).$$

Die Widerstände folgen aus den Gleichungen

$$w_n = \frac{n_1 \cdot l_m}{\rho \cdot q} \quad \text{und} \quad w_{n1} = \frac{n_1 \cdot l_m}{\rho_1 \cdot q_1}$$

und ihr Verhältnis wird

$$\frac{w_{n1}}{w_n} = \frac{n_1}{n} \cdot \frac{\rho}{\rho_1} \cdot \frac{q}{q_1} = \frac{\rho_1}{\rho} \cdot \frac{\rho}{\rho_1} \cdot \frac{\rho_1}{\rho} = \frac{\rho_1}{\rho} \quad \ldots \quad 13).$$

Da die Erregerspannung gleichbleibend vorausgesetzt ist, muß das Verhältnis der Ströme auch gleichzeitig das Verhältnis der Stromwärmeverluste darstellen, das heißt

$$\frac{V_1}{V} = \frac{i_{m1}}{i_m} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots \quad 14).$$

Die Temperaturzunahme der Spule ist proportional den Verlusten pro Spule; das Verhältnis der Erwärmungen wird daher

$$\frac{T_1}{T} = \frac{V_1}{V} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots \quad 15),$$

Digitized by Google

das heißt bei gleicher Amperewindungszahl in gleichbleibendem Wickelraum würde eine Aluminiumspule mindestens $\frac{57}{35} = \underline{1{\cdot}63}$ mal wärmer und eine Zinkspule $\frac{57}{17} = \underline{3{\cdot}35}$ mal wärmer werden als die Kupferspule.

Daraus folgt, daß der Querschnitt f der Nebenschlußspulen bei Ersatzmaschinen im allgemeinen größer gemacht werden muß als bei Kupfermaschinen, damit die zulässigen Temperaturzunahmen nicht überschritten werden; die Querschnittsvergrößerung wird um so größer sein müssen, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist.

Von dieser Querschnittsvergrößerung könnte man nur dann absehen, wenn es sich um wenig ausgenützte Kupferspulen handelt; denn, damit die Temperaturzunahme der Aluminiumspule nicht größer als 60° C (nach den Vorschriften des V. D. E. 1914) wird, dürfte nach Gleichung 15) die entsprechende Kupferspule keine größere Temperaturzunahme als $\frac{60}{1{\cdot}63} \doteq 37°$ C haben; für die Zinkspule mit 60° C Erwärmung wäre die zulässige Erwärmung der Kupferspule $\frac{60}{3{\cdot}35} \doteq 18°$ C. —

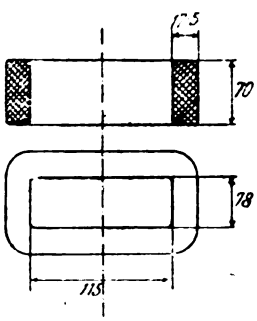


Abb. 14.

Diese Überlegungen könnten zum Beispiel mit Vorteil angewendet werden, wenn man wegen des Kupferausbaues bei größeren Gleichsrommaschinen älterer Bauart, die oft in der Nebenschlußwicklung wenig ausgenützt sind, über die Möglichkeit des Austausches der Kupferspulen durch Ersatzspulen zu entscheiden hat.

Beispiel: Die Erregerspulen einer vierpoligen Gleichstrommaschine mit 280 V Erregerspannung seien nach folgenden Angaben gewickelt:

pro Pol 23 Lagen zu 93 Wdg = 2139 Wdg,
Drahtdurchmesser $\Phi = 0{\cdot}65$ mm blank,
„ $\Phi = 0{\cdot}75$ „ isoliert,
Isolation: 1 × Baumwolle.

Aus den Spulendimensionen ergibt sich die mittlere Windungslänge $l_m = 2\,(78 + 115) + 17{\cdot}5\,\pi = \underline{441}$ mm und die Abkühlungsfläche $\underline{O = 772{\cdot}25}$ cm².

Wie lauten die Wickelangaben für die Aluminium- bezw. Zinkspule gleicher Amperewindungszahl bei gleichbleibendem Wickelraum?

Die auf Grund der vorstehenden Gleichungen berechneten Wicklungsdaten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Wickelmaterial	Drahtdurchmesser, blank und isoliert in mm. Isolation: 1 × Baumwolle	Drahtquerschnitt q mm²	Anzahl der Lagen × Wdg. pro Lage = Wdg. pro Pol	Wickeldraht: Länge in m	Wickeldraht: Gewicht in kg	Widerstand der Nebenschlußwicklung bei 15° C in Ω	Erregerstrom in A bei +60° C	Stromdichte in A/mm²	AW$_{ges}$ pro Pol bei +60° C	Stromwärmeverluste pro Pol V in W	$\frac{V}{O}$ W/cm²	$\frac{O}{V}$ cm²/W
Cu	0·65/0·75	0·331	23 × 93 = 2139	3770	11·15	200·0	0·927	2·800	1982	53·3	0·0690	14·49
Al	0·85/0·95	0·567	18 × 74 = 1332	2350	3·60	118·3	1·568	2·765	2090	90·3	0·1169	8·55
Zn	1·20/1·35	1·130	13 × 52 = 676	1190	9·70	62·0	2·990	2·650	2020	166·4	0·2155	4·64

b) Vergleich zwischen Ersatz- und Kupferspulen gleicher Amperewindungszahl bei gleichbleibender Erwärmung.

Im vorhergehenden Abschnitt wurde nachgewiesen, daß bei gleichbleibender Erwärmung der Querschnitt der Ersatzspulen im allgemeinen größer werden muß als bei den Kupferspulen. Nun soll gezeigt werden, nach welchen Gesichtspunkten diese Vergrößerung zu erfolgen hat.

Da nach den eingangs gemachten Voraussetzungen das Modell der Maschine bereits festliegt, ist die Vergrößerung des Spulenquerschnittes nur durch Vergrößerung der Spulenhöhe h möglich.

Die Erwärmung der Spule ist direkt proportional den Wattverlusten V und verkehrt proportional der Abkühlungsoberfläche O; die Ersatzspule wird daher die gleiche Erwärmung wie die Kupferspule aufweisen, wenn das Verhältnis $\frac{V}{O}$ bei beiden Spulen gleich ist.

Der Querschnitt des Wicklungsdrahtes ist aus der bereits früher verwendeten Gleichung

$$q = \frac{AW_{ges} \cdot l_m}{E \cdot \rho} \quad \ldots\ldots \quad 8a)$$

zu rechnen. Die übrigen Bestimmungsgrößen der Spule folgen aus den nachstehenden Gleichungen, die aus der Definition der betreffenden Größen unter Verwendung der vorhergehenden Gleichungen abgeleitet sind.

Die im Spulenquerschnitt f unterbringbare Windungszahl

$$\underline{n = \frac{f \cdot c_k}{q} = \frac{b \cdot h \cdot c_k \cdot E \cdot \rho}{AW_{ges} \cdot l_m}} \quad \ldots \quad 16),$$

Widerstand pro Spule

$$\underline{w_n = \frac{n \cdot l_m}{\rho \cdot q} = \frac{b \cdot h \cdot c_k \cdot E \cdot \rho \cdot l_m \cdot E \cdot \rho}{AW_{ges} \cdot l_m \cdot \rho \cdot AW_{ges} \cdot l_m} = \frac{b \cdot h \cdot c_k \cdot E^2 \cdot \rho}{AW^2_{ges} \cdot l_m}} \quad 17),$$

Erregerstrom

$$\underline{i_m = \frac{E}{w_n} = \frac{AW^2_{ges} \cdot l_m}{b \cdot h \cdot c_k \cdot E \cdot \rho}} \quad \ldots \quad 18),$$

Stromdichte

$$\underline{\sigma = \frac{i_m}{q} = \frac{AW^2_{ges} \cdot l_m \cdot E \cdot \rho}{b \cdot h \cdot c_k \cdot E \cdot \rho \cdot AW_{ges} \cdot l_m} = \frac{AW_{ges}}{b \cdot h \cdot c_k}} \quad 19),$$

Stromwärmeverluste pro Pol

$$\underline{V = E \cdot i_m = \frac{AW^2_{ges} \cdot l_m}{b \cdot h \cdot c_k \cdot \rho}} \quad \ldots\ldots \quad 20).$$

In Gleichung 20) sind die Stromwärmeverluste nur als Funktion der Amperewindungen und der Spulendimensionen ausgedrückt. Die Abkühlungsoberfläche O läßt sich aber nicht mehr in allgemein giltiger Form darstellen; die Ausdrücke hiefür werden je nach dem Innenkern der Spule (runde, halbrunde, rechteckige Spulen) verschieden; man müßte daher für jede dieser Spulenformen getrennt die Gleichung für die Abkühlungsoberfläche aufstellen, um den Quotienten $\frac{V}{O}$ als Funktion der Amperewindungen und der Spulendimensionen darstellen zu können.

Den so gefundenen Quotienten $\frac{V}{O}$ stellt man in der allgemeinen Form einmal für die Kupferspule und

Digitized by Google

Wickelmaterial	Drahtdurchmesser, blank und isoliert in mm. Isolation: 1×Baumwolle	Drahtquerschnitt q mm²	Anzahl der Lagen × Wdg. pro Lage = Wdg. pro Pol	Wickeldraht: Länge in m	Wickeldraht: Gewicht in kg	Widerstand der Nebenschlußwicklung bei 15° C in Ω	Erregerstrom in A bei +60° C	Stromdichte in A/mm²	AW_{ges} pro Pol bei +60° C	Stromwärmeverluste pro Pol V in W	$\frac{V}{O}$ W/cm²	$\frac{O}{V}$ cm²/W	Spulenhöhe h in mm
Cu	0·65/0·75	0·331	23 × 93 = 2139	3770	11·15	200·0	0·927	2·800	1982	53·3	0·06900	14·49	17·5
Al	0·85/0·95	0·567	26 × 74 = 1924	3580	5 33	180·2	1·029	1·815	1980	59·2	0·06715	14·90	25·0
Zn	1·30/1·45	1·320	29 × 48 = 1392	2890	27·50	128·8	1·489	1·518	2002	82·8	0·07130	14·03	42·0

dann für die Ersatzspule auf und setzt diese beiden Werte einander gleich; man erhält so eine Bestimmungsgleichung für die Spulenhöhe h_1 der Ersatzspule, die notwendig ist, um bei gleichbleibender Amperewindungszahl mit beiden Spulen gleiche Erwärmung zu erreichen.

Bei den am häufigsten vorkommenden zylindrischen Spulen mit rundem, halbrundem oder rechteckigem Kern gelangt man aber wegen der algebraisch unbequemen Ausdrücke für die Abkühlungsoberflächen zu ziemlich umständlichen Gleichungen dritten Grades, die auch die erste und zweite Potenz der Unbekannten h_1 und konstante Glieder enthalten.

Man kommt in konkreten Fällen, ohne daß es großer Übung bedarf, durch folgendes Näherungsverfahren rascher zum Ziele: Man bestimmt für die Kupferspule, von der ja sämtliche Daten vorliegen, zunächst das Verhältnis $\frac{V}{O}$; dann nimmt man für die Ersatzspule eine Spulenhöhe h_1 an, womit auch schon die mittlere Windungslänge l_{m_1} festgelegt ist; nun kann man den Drahtquerschnitt q_1 nach Gleichung 8a) und damit alle anderen Bestimmungsgrößen der Ersatzspule berechnen; zum Schluß bestimmt man für die Ersatzspule das Verhältnis $\frac{V_1}{O_1}$; ist dieses Verhältnis so wie bei der Kupferspule, so kann die angenommene Spulenhöhe h_1 der Ersatzspule beibehalten werden; weicht hingegen das Verhältnis $\frac{V_1}{O_1}$ der Ersatzspule von dem der Kupferspule ab, so muß man weitere Annahmen von h_1 machen, bis man das richtige Verhältnis $\frac{V_1}{O_1}$ gefunden hat.

In praktischen Fällen ist dieses Näherungsverfahren dem oben erwähnten exakten Verfahren aus folgenden Gründen jedenfalls vorzuziehen: Zunächst kann man nicht immer genau den nach Gleichung 8a) errechneten Querschnitt des Wicklungsdrahtes ausführen, sondern muß sich zumeist an die Querschnittsabstufungen des Drahtlieferanten halten, wodurch ohnehin kleine Verschiebungen in den Amperewindungszahlen bedingt sind. Ferner folgt aus der Ableitung des exakten Verfahrens, daß es nicht möglich ist, allgemein anzugeben, um welchen Prozentsatz die Spulenhöhe der Ersatzspule größer sein muß als jene der Kupferspule, damit beide gleiche Erwärmung aufweisen; dieser Prozentsatz wird bei einem und demselben Ersatzmetall bei verschiedenen Innendimensionen und Spulenbreiten verschieden sein.

Wenn die Spulenhöhe h_1 der Ersatzspule berechnet ist, kann man beurteilen, ob die Raumverhältnisse den Einbau dieser Spule in das vorhandene Modell zulassen; ist dies nicht der Fall, so müßte man entweder für die Ersatzspule eine höhere Temperaturzunahme als bei der Kupferspule zulassen oder von einem Ersatz der Kupferspule überhaupt absehen.

Beispiel: Die im Beispiel am Schluß des vorhergehenden Abschnittes a) angeführte Kupferspule soll durch eine Aluminium- bezw. Zinkspule ersetzt werden; dabei soll die Aluminium- bezw. Zinkspule die gleiche Temperaturzunahme wie die Kupferspule haben. Wie lauten die Wickelangaben für die beiden Spulen?

Die auf Grund der obigen Überlegungen berechneten Wicklungen sind in der obenstehenden Tabelle zusammengestellt.

Bei normalen, nicht allzu gedrängt gebauten Maschinen, wird man in den meisten Fällen die Nebenschlußspulen aus Kupfer durch solche aus Aluminium von gleicher Temperaturzunahme ersetzen können; der Ersatz durch Zinkspulen wird sich jedoch wegen ihres relativ großen Raumbedarfes nicht mehr so allgemein durchführen lassen.

Zum Schluß sei noch eine übersichtliche Zusammenstellung der charakteristischen Größen der Aluminium- und Zinkmaschine im Vergleich zu jenen der Kupfermaschine gegeben (und zwar wird wieder wie zu Anfang dieses Kapitels gleiche Klemmenspannung und bei Generatoren gleiche Tourenzahlen sowie gleichartige, vom Hauptstrom durchflossene Wicklungen vorausgesetzt). (Siehe die Tabelle auf Seite 453.)

Zu den einzelnen Vergleichspunkten ist folgendes zu bemerken:

Zu 1: In magnetischer Beziehung ist der Ersatzgenerator wegen des größeren Ohmschen Spannungsabfalles bei gleichbleibender Klemmenspannung und Tourenzahl stets stärker beansprucht als der Kupfergenerator, und zwar um so stärker, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist. Beim Ersatzmotor hingegen ist die magnetische Beanspruchung wegen des größeren Ohmschen Spannungsabfalles und der dadurch im allgemeinen bedingten kleineren Tourenzahl geringer als beim Kupfermotor; man könnte daher ohne weiteres die Klemmenspannung des Ersatzmotors so weit erhöhen, daß er dieselbe elektromotorische Kraft wie der Kupfermotor hat; Leistung, Tourenzahl und Wirkungsgrad werden dann größer als beim Ersatzmotor mit gleichbleibender Klemmenspannung.

Zu 3: Der Nebenschlußstrom der Ersatzmaschine ist immer größer als bei der Kupfermaschine (siehe 8); es wäre daher bei Nebenschluß-Ersatzgeneratoren mit Eigenerregung der Linienstrom um diese Differenz der Erregerströme zu verkleinern, bei Nebenschluß-Ersatzmotoren mit Eigenerregung hingegen zu vergrößern.

Um aber die Näherungsgleichungen 4) und 5) für den Wirkungsgrad von Nebenschluß- und Compound-Ersatzmaschinen gemeinsam aufstellen zu können, wurde die Leistung als nur vom Ankerstrom allein abhängig angenommen und der Nebenschlußstrom vernachlässigt; bei Maschinen, bei welchen der Neben-

Digitized by Google

Punkt		Kupfer-		Aluminium-		Zink-	
		Generator	Motor	Generator	Motor	Generator	Motor
1	Klemmenspannung	E V	E V	E V (vgl. Bemerkungen unter Gleichstromgenerator)	E V	E V (vgl. Bemerkungen unter Gleichstromgenerator)	E V
2	Ankerstrom bezw. Stromdichte in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen	i A	i A	0·784 i A	0·784 i A	0·546 i A	0·546 i A
3	Abgegebene Leistung	$E\,i$ W	$\eta_i . E\,i$ W	0·784 $E\,i$ W	$\eta_{i1} . 0{\cdot}784\,E\,i$ W	0·546 $E\,i$ W	$\eta_{i1} . 0{\cdot}546\,E\,i$ W
4	Tourenzahl	u Touren	u Touren	u Touren	im allgemeinen kleiner als u Touren (vgl. Der Gleichstrommotor)	u Touren	im allgemeinen kleiner als u Touren (vgl. Der Gleichstrommotor)
5	Wirkungsgrad	η_i %	η %	η_i% (nach Gleichung 4) bezw. Abb. 10 zu schätzen)	η_i% (nach Gleichung 5) bezw. Abb. 10 zu schätzen)	η_i% (nach Gleichung 4) bezw. Abb. 11 zu schätzen)	η_i% (nach Gleichung 5) bezw. Abb. 11 zu schätzen)
6	Spannungsabfall in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen	e V	e V	1·278 e V	1·278 e V	1·79 e V	1·79 e V
7	Kommutierungsspannung	e_s V	e_s V	0·784 e_s V	im allgemeinen kleiner als 0·784 e_s V (vgl. Kommutierung)	0·546 e_s V	im allgemeinen kleiner als 0·546 e_s V (vgl. Kommutierung)
8	Nebenschlußstrom	i_m A	i_m A	größer als bei der *Cu* Maschine (zu rechnen nach Abschnitt b)			
9	Stromwärmeverluste in den vom Hauptstrom durchflossenen Wicklungen	$i^2\,w$ W	$i^2\,w$ W	$i^2\,w$ W	$i^2\,w$ W	$i^2\,w$ W	$i^2\,w$ W
10	Stromwärmeverluste in der Nebenschlußwicklung	$i_m^2 . w_n . 2p$ W	$i_m^2 . w_n . 2p$ W	größer als bei der *Cu*-Maschine (zu rechnen nach Abschnitt b)			
11	Eisenverluste	V_{Fe} W	V_{Fe} W	im allgemeinen größer als bei der *Cu*-Maschine (vgl. Gleichstromgenerator)	im allgemeinen kleiner als bei der *Cu*-Maschine (vgl. Gleichstrommotor)	im allgemeinen größer als bei der *Cu*-Maschine (vgl. Gleichstromgenerator)	im allgemeinen kleiner als bei der *Cu*-Maschine (vgl. Gleichstrommotor)
12	Lagerreibungs- u. Ventilationsverluste	V_r W	V_r W	V_r W	im allgemeinen kleiner als bei der *Cu*-Maschine wegen Punkt 4	V_r W	im allgemeinen kleiner als bei der *Cu*-Maschine wegen Punkt 4
13	Bürstenreibungsverluste	V_{rb} W	V_{rb} W	0·784 . V_{rb} W	im allgemeinen kleiner als 0·784 . V_{rb} W wegen Punkt 4	0·546 V_{rb} W	im allgemeinen kleiner als 0·546 V_{rb} W wegen Punkt 4
14	Bürstenübergangsverluste	$V_ü$ W	$V_ü$ W	0·784 . $V_ü$ W	0·784 . $V_ü$ W	0·546 . $V_ü$ W	0·546 . $V_ü$ W

schlußstrom im Vergleich zum Ankerstrom groß ist, könnte diese Vernachlässigung nicht mehr gemacht werden.

Zu 9 bis 14: Bei Aufstellung der Näherungsgleichungen 4) und 5) für den Wirkungsgrad der Ersatzmaschinen wurde vorausgesetzt, daß diese die gleichen Gesamtverluste wie die Kupfermaschinen haben; aus den in den Punkten 9 bis 14 angeführten Einzelverlusten folgt die Begründung dieser Annahme.

In den beiden folgenden Beispielen soll die Anwendung der Kurvenblätter bezw. der abgeleiteten Gleichungen gezeigt werden.

1. Beispiel: Es sei ein Gleichstromgenerator mit Kupferwicklung mit folgenden Leistungsdaten gegeben:

Leistung: 22 KW; Klemmenspannung: 230 V; Stromstärke: 95·7 A; Tourenzahl: 750.

Der Wirkungsgrad beträgt $\eta_i = 88\%$.

Was leistet dieser Generator mit Aluminiumwicklung?

Für den Aluminiumgenerator ist:

nach Gleichung 2) die Leistung $= 22 . 0{\cdot}784 \doteq \underline{17{\cdot}2\ \text{KW}}$; Klemmenspannung und Tourenzahl bleiben ungeändert;

nach Gleichung 2) die Stromstärke $= 95{\cdot}7 . 0{\cdot}784 \doteq \underline{74{\cdot}8\ \text{A}}$;

nach Gleichung 4) bezw. Abb. 10 ergibt sich für den Wirkungsgrad dieses Aluminiumgenerators ein Grenzwert von $\eta_{i1} = \underline{85{\cdot}5\%}$; der wirkliche Wert des Wirkungsgrades η_{i1} wird etwas tiefer liegen und ist erst nach Festlegung der genauen Ausführungsdaten des Aluminiumgenerators zu berechnen.

2. Beispiel: Es sei ein Gleichstrommotor mit Kupferwicklung mit folgenden Leitungsdaten gegeben:

Leistung: 11 PS; Klemmenspannung: 220 V; Tourenzahl: 1600.

Der Wirkungsgrad beträgt $\eta = 83{\cdot}6\%$; daraus ergibt sich die Stromstärke zu $\dfrac{11 . 736}{220 . 0{\cdot}836} = 44$ A.

Was leistet dieser Motor mit Aluminiumwicklung?

Nach Gleichung 2) ist der Aluminiummotor mit einem Strom von $44 . 0{\cdot}784 = \underline{34{\cdot}5\ \text{A}}$ belastbar.

Nach Gleichung 5) oder Abb. 10 beträgt der Grenzwert des Wirkungsgrades für diesen Aluminiummotor $\eta_{i1} = \underline{78{\cdot}8\%}$.

Der Aluminiummotor kann somit eine Leistung von maximal $\dfrac{220 . 34{\cdot}5 . 0{\cdot}788}{736} \doteq \underline{8{\cdot}1\ \text{PS}}$ abgegeben; die wirkliche Leistung wird etwas geringer sein und ist, ebenso wie der Wirkungsgrad, erst bestimmbar, bis die Ausführungsdaten des Aluminiummotors festgelegt sind; auch die Tourenzahl kann erst dann berechnet werden.

(Schluß folgt.)

Rundschau.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Die Spannungsregulierung und Phasenausgleichung im Drehstromnetz von Philadelphia. R. M. Carothers. Die Vorortestrecke der Pennsylvania Railroad wird mit Einphasenstrom von 13 200 V, 25 Per/s betrieben*). Der Strom wird einer Phase des Drehstromnetzes der Philadelphia Electric Co. entnommen. Es sind zwei Zentralen vorgesehen, die eine mit zwei Drehstromgeneratoren zu je 15 000 kW, die zweite mit einem Generator mit 80 000 und einem mit 20 000 kW. Außerdem ist eine Unterstation vorhanden, die zwei Motorgeneratoren enthält zu 6000 und 4500 kW mit Antrieb durch Drehstrommotoren aus dem 60 Per/s Netz. Da

*) E. u. M. 1916, Seite 154.

Digitized by Google

die Bahn vorhandene Belastungsstöße von 24 000 kVA verursacht, so sind Einrichtungen zwecks Konstanthaltung der Spannung der Bahnphase vorgesehen worden. Dies hatte zur Folge, daß Phasenausgleicher eingebaut werden mußten, welche die Spannung der beiden anderen Phasen gleich der der Bahnphase zu halten haben.

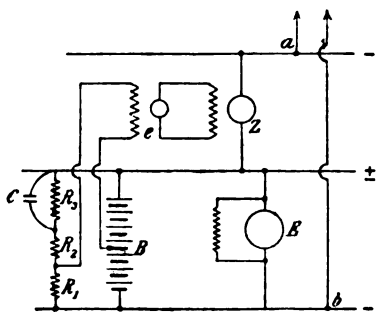


Abb. 1.

Zur Konstanthaltung der Spannung ist die in Abb. 1 schematisch dargestellte Erregungseinrichtung getroffen worden. Die Haupt-Erregermaschine E von 250 V speist in Reihe mit dem Anker einer Zusatzmaschine (Booster) Z in den Punkten a, b das Haupterregerfeld des Drehstromgenerators. Die Zusatzmaschine ist fremd erregt von einer kleinen Erregermaschine e; parallel zur Haupterregermaschine liegen eine Batterie B, die den Erregerstrom aushilfsweise zu liefern vermag, und drei in Reihe geschaltete Widerstände R_1, R_2, R_3. Das Feld der Erregermaschine e ist einerseits an die Mitte der Batterie B und anderseits zwischen den Widerständen R_1 und R_2 angeschlossen. Der Widerstand R_3 wird von den Relaiskontakten c des Spannungsreglers kurzgeschlossen oder eingeschaltet. Da $R_1 > R_3$ und $R_3 + R_2 > R_1$ gemacht werden, so ändert sich damit auch die Stromrichtung in der Erregerwicklung von e und mithin der Sinn der Spannung der Zusatzmaschine Z, die sich zu der der Hauptmaschine E addiert oder von ihr abzieht. Durch Unterteilung des Widerstandes R_3 in viele Stufen ist es möglich, die Spannung konstant zu halten. Die Zusatzmaschine leistet bei 75 V 50 kW. Sie wird von einem Drehstrommotor angetrieben. Die Hilfserregermaschine gibt bei 220 V, 4 kW; sie erhält ebenfalls Antrieb durch einen Drehstrommotor. Der Regler ist ein normaler Schnellregler.

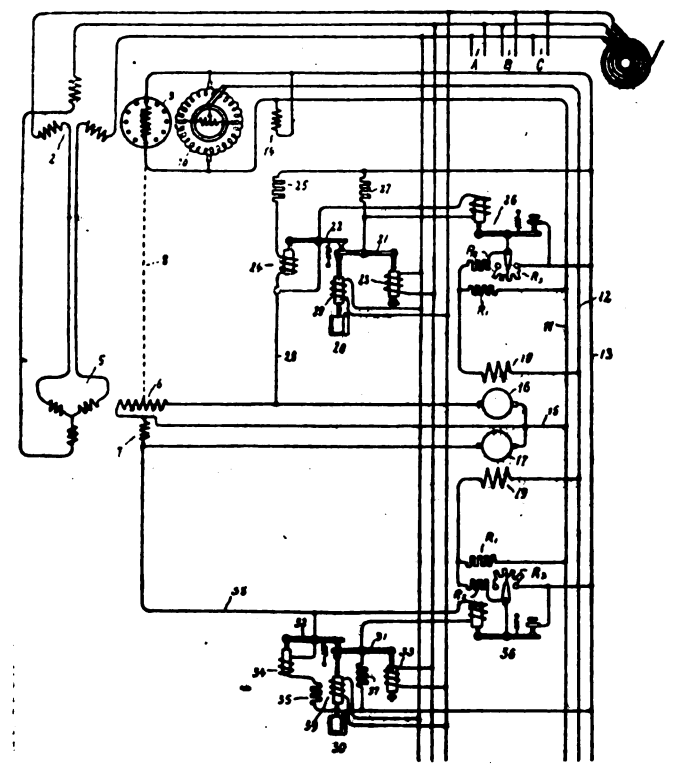


Abb. 2.

Aus den Anzeigen von registrierenden Meßinstrumenten wird der günstige Einfluß der neuen Spannungsregelung auf die Konstanz der Spannung bei den stärksten Belastungsstößen in der Bahnphase nachgewiesen.

Durch die stoßweise Belastung im einphasigen Bahnnetz wird in einem bestimmten Augenblick die Spannung in einer Phase niedrig und in der anderen hoch, so daß Energie von einer zur anderen flutet. Dies zu verhindern, dient der Phasenausgleicher. Die Einrichtung desselben ist aus der Patentbeschreibung leichter verständlich, weshalb im nachfolgenden ein Auszug daraus gegeben werden soll*). Der Phasenausgleicher (Abb. 2) besteht aus einer mehrphasigen Synchronmaschine 2 und einer mit dieser mit entgegengesetztem Phasenumlauf in Reihe geschalteten synchronen Zusatzmaschine 5. Der Feldmagnet 3 der ersteren ist mechanisch mit den zwei aufeinander senkrechtstehenden Wicklungen 6, 7 enthaltenden Feldmagneten der Zusatzmaschine gekuppelt. Die Erregerwicklung 3 ist an die Außenleiter 11, 13 einer Dreileitermaschine 10 angelegt, die Wicklungen 6, 7 in der gezeichneten Weise an zwei Erregermaschinen 16, 17. Das Feld 18 von Maschine 16 ist zwischen die Leiter 12, 13, das Feld 19 von Maschine 17 zwischen die Leiter 11, 12 gelegt; in die Erregerkreise beider ist die in Abb. 1 dargestellte Widerstandskombination R_1, R_2, R_3 gelegt, wobei $R_1 > R_2$ aber $R_2 + R_3 > R_1$ ist. Der Widerstand R_3 wird nun je durch einen Schnellregler kurzgeschlossen, wodurch bewirkt wird, daß in den Wicklungen 18, 19 der Strom sich jeweils umkehrt. Bei ausgeglichener Belastung sind die Zeiten, während welcher die beiden R_3 kurzgeschlossen sind, einander gleich, die resultierende Spannung für die Felder 18, 19 ist Null und damit auch die den Erregerwicklungen 16, 17 der Zusatzmaschine 5 zugeführte Spannung Null. Wenn aber eine Phase stärker belastet ist, so ändern sich verhältnismäßig die Zeiten des Kurzschlusses der beiden Widerstände R_3, mithin überwiegt eine der Maschinen 16, 17 und im Feldmagneten 6, 7 wird eine resultierende Spannung auftreten, deren Lage im Raume sich verschiebt; damit verschiebt sich auch die Spannungsverteilung an der Zusatzmaschine 5, bis wieder ein Ausgleich der Phasenspannungen herbeigeführt ist.

Interessant ist die Schaltungsweise der beiden Schnellregler 20 und 30, von denen der eine die Erregung von 16, der andere die von 17 überwacht. Es sind Tirrillregler mit je zwei Kontaktarmen 21, 22, zwei Wechselstromspulen 23, 29 und einer Gleichstromspule 24. Spule 23 hängt von der Phasenspannung A ab, ihr wirkt entgegen die Spule 29, von der Spannung an Phase C abhängig. Der Gleichstromspule 24 wird eine Spannung zugeführt, die aus der Summe der konstanten Außenleiterspannung 11, 13 und der veränderlichen Spannung der Maschine 16 besteht. Parallel zu 24 ist die Relaisspule 26 mit dem Vorschaltwiderstand 27. Wenn sich die Arme 21, 22 berühren, ist Spule 26 kurzgeschlossen und dann ist auch der Widerstand R_3 kurzgeschlossen. Der Tirrillregler 30 entspricht genau in seiner Schaltung dem Regler 20, nur ist seine Wechselstromspule 33 an die Phasenspannung B angelegt. Ändert sich die Belastung, so nehmen die Arme 21 und 31 beider Regler andere Stellungen ein und damit ändern sich die Kurzschlußzeiten für den Widerstand R_3. Der Regler 20 will also die Spannung von A der von C gleich halten, der Regler 30 hat das Bestreben, die Spannungen in B und C gleich zu halten; mithin sind auch A und B untereinander gleich.

Die Spannung zwischen den Außenleitern 11 und 13 ist doppelt so groß zu machen wie der der Maschinen 16, 17, damit die Spannung an den Spulen 24, 34 ausreichend für einen zufriedenstellenden Betrieb ist. (General Electric Rev. 21, Heft 3, 1918).

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Ein einfacher Frequenzanzeiger, von der Warren Clock Company, Ashland, Mass., ausgeführt, soll nach „Electr. World" gegenwärtig in Amerika bei der vielfach durchgeführten Verkupplung der Netze zwecks gegenseitiger Aushilfe in der Kraftlieferung verwendet werden. Der Apparat besteht aus einer gewöhnlichen, gutgehenden Pendeluhr mit großem Sekundenzeiger und einem kleinen Synchronmotor, der über einen Meßwandler an das Netz angeschlossen wird und einen zweiten Zeiger auf der gleichen Welle in Umlauf bringt, und zwar mit einer von der Frequenz des Netzes abhängigen Tourenzahl. Bleibt die Frequenz im Mittel die gleiche, so decken sich die Zeiger fortwährend, nur bei Abweichen der Frequenz von der zulässigen ergibt sich ein Abweichen der beiden Zeigerstellungen, so daß der Betriebsleiter durch Regelung der Antriebsmaschine die normale Frequenz wieder herstellen muß. Nebst der Einfachheit hat der Apparat den Vorteil, von vorübergehenden Frequenzschwankungen unabhängig zu sein.

Elektrische Beleuchtung.

Graphische, vergleichsweise Darstellung der Beleuchtungskosten neuerer Metalldrahtlampen. W. Lehner gibt die in Abb. 3 enthaltene Darstellung über die Strom- und Lampenkosten von Metalldrahtlampen für je 100 Brennstunden bei Strompreisen bis 50 Pfg./kWh, besonders für eisenbahndienstliche Verhältnisse. Für die Glühlampenkosten sind Friedenspreise eingesetzt. Sind die Anschaffungskosten höhere, so verschieben sich die Strahlen um ein Stück parallel.

Bei Glühlampen für 220 V erhöhen sich die Beleuchtungskosten für je 100 Brennstunden

*) D. R. P. Nr. 304 138 der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft.

Digitized by Google

bei Metallfadenlampen . . . . um 5 Pfg.
„ Spiraldrahtlampen . . . . „ 6 „
„ G-Lampen) 75 W) . . . . „ 12 „

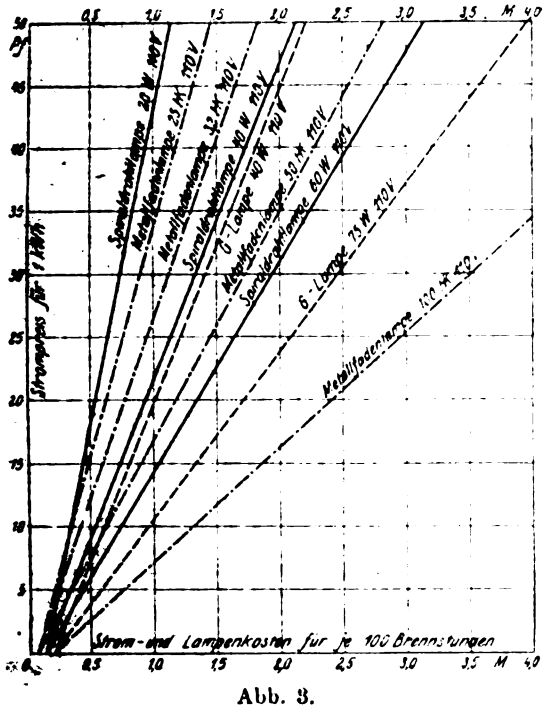


Abb. 3.

Die Brenndauer der Lampen wurde mit 1000 Brennstunden angenommen. Können bei den Metalldrahtlampen je nach Verhältnissen mehr Brennstunden (2000 bezw. 1600) angesetzt werden, so vermindern sich die Kosten:

bei Metallfadenlampen . . . . um 4 Pfg.
„ Spiraldrahtlampen . . . . „ 6 bis 7 „

In der Lichtwirkung können gleichgestellt bezw. gegeneinander ausgetauscht werden:

Metallfadenlampen von 25 HK und Spiraldrahtlampen von 20 W,

Metallfadenlampen von 50 HK und G-Lampen von 40 W unter Umständen auch Spiraldrahtlampen von 40 W,

Metallfadenlampen von 100 HK und G-Lampen von 75 W.

(E. T. Z. 39, Heft 24, 1918.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Reinigung der Schwefelsäure für Akkumulatoren. Die für elektrische Akkumulatoren bestimmte Säure soll frei sein von Fe, Cl, N, As, Sb, Bi, Cd, Cu, Sn, sowie von organischen Stoffen. Das Eisen bildet darin gewöhnlich eine organische Verbindung und beeinträchtigt die Leitfähigkeit der Platten. In bereits gebrauchter Säure darf der Eisengehalt höchstens 0·1% betragen. Die Anwesenheit von Chlor gibt Anlaß zur Bildung von Perchlorsäure, die die Bleiplatten stark angreift. Auf wasserfreie Schwefelsäure bezogen darf nicht mehr als 0·02% Cl anwesend sein. Der Stickstoff ist in der Schwefelsäure in Form von Ammoniak vorhanden; zulässig ist höchstens 0·1% Stickstoff. Von den Metallen ist das Arsen das schädlichste, da die sich bildende Arsensäure nicht nur die Platten sondern auch ihre Armaturen angreift. Von den organischen Substanzen sind schädlich Alkohol und Essigsäure. Zur Herstellung reiner Schwefelsäure für Akkumulatoren soll man nur die chemisch reine Schwefelsäure von 22 oder 34° Bé. verwenden. Nachdem sie bis zum gewünschten Grade verdünnt wurde, setzt man auf 50 bis 60 l Säure 40 bis 50 cm³ einer Lösung von Bariumsulfid (7° Bé.) hinzu. Nach 1 bis 2 Tagen, wenn sich die metallischen Verunreinigungen abgesetzt haben, wird die reine Säure abgezogen. Um zu prüfen, ob die Schwefelsäure sehr rein ist, setzt man in einer Eprouvette ein Stück chemisch reinen Zinks hinzu. Wenn die Säure tatsächlich rein ist, so findet keine Wasserstoffentwicklung statt. Die kleinste Menge Verunreinigungen genügt, um durch ihre katalytische Wirkung die Entwicklung von Wasserstoff auszulösen.

(Industrie electrique, 10. 6. 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Eine Methode zur Temperaturbestimmung leuchtender Flammen wird von Hermann Senftleben und Elisabeth Benedict, Breslau, angegeben. Bei den bekannten Methoden zur Bestimmung einer Flammentemperatur wird entweder aus den Strahlungseigenschaften der Flamme oder aus der Temperatur irgend welcher in sie eingeführter Körper auf ihre Temperatur geschlossen. Bei der letzten Methode ist es naturgemäß erforderlich, daß der eingeführte Körper die Temperatur der Flamme annimmt, was infolge des Wärmeverlustes durch Leitung und Strahlung niemals eintritt. Man kann diesen schädlichen Energieverlust nach Nernst dadurch vermeiden, daß man den Körper elektrisch nachheizt, und es kommt nun darauf an, den Energieverlust bezw. Energieersatz zu bestimmen und so zur wahren Flammentemperatur zu gelangen. Ein Merkmal für die eingetretene Gleichheit von abgegebener und zugeführter Energie ist bei den leuchtenden Flammen die Rußabscheidung. Diese tritt in dem Augenblick ein, in dem die Temperatur des eingeführten Körpers unter die der Flamme sinkt. Wird also die den Moment des Beginnes der Rußabscheidung kennzeichnende Temperatur bestimmt, so ist damit auch die wahre Flammentemperatur gegeben. Die Ausführung geschieht in der Weise, daß mitten in den leuchtendsten Teil der Flamme ein entsprechend geformter Platindraht eingeführt und durch Regulierung des ihn durchfließenden Stromes auf eine solche Temperatur gebracht wird, daß bei ihrer Überschreitung keine Rußabscheidung mehr stattfindet, bei ihrer Unterschreitung jedoch sofort eintritt. Bei dieser Stromstärke wird mittels eines Pyrometers nach Holborn-Kurlbaum die schwarze Temperatur des Drahtes gemessen und daraus mit Hilfe der Strahlungsgesetze und des Reflexionsvermögens des Platins seine wahre Temperatur und damit die der Flamme bestimmt. Bei der beschriebenen Methode kommen von allen drei Fehlerquellen in Betracht: Der Einfluß des vor dem Drahte liegenden Flammenteiles, die durch den eingeführten Draht eventuell bewirkte Veränderung der Flamme und die mögliche Veränderung der Drahtoberfläche durch Bildung von Verbindungen des Platins mit dem Kohlenstoff bei den zu messenden hohen Temperaturen. Alle drei Fehlerquellen wurden experimentell untersucht. Die erste bedingt eine Korrektion von etwa — 1% der Flammentemperatur, die zweite kann bei hinreichend dünnen Drähten vernachlässigt werden und auch die dritte ist ohne wesentliche Bedeutung. Die Anwendung der Methode auf die Hefnerkerze ergab für diese eine Temperatur von 1690° abs., welches Ergebnis mit anderen (Kurlbaum 1711°, Ladenburg 1715° und 1688° auf zwei verschiedenen Wegen, Becker 1680°) in guter Übereinstimmung ist. (Phys. Zeitschr. 19, 180, 1918.)

Strahlungslehre.

Über ein Braunsches Rohr mit Glühkathode und einige Anwendungen desselben. C. Samson. Mancherlei Unannehmlichkeiten, die bei der Aufnahme von Kurven mit der gewöhnlichen Braunschen Röhre auftreten, wie Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit und wechselnde Härte des Rohres, werden vermieden, wenn man zur Erzeugung des Kathodenstrahles an Stelle der Stoßionisation die Glühkathodenionisation benutzt. Der Verfasser konstruiert eine derartige Röhre, deren Kathode ähnlich wie die Kathode der Coolidge-Röntgenröhre gebildet ist. Die Ablenkung des Strahles geschieht durch zwei eingeschmolzene Kondensatorplatten. Die zur Erzeugung des Kathodenstrahles nötige Spannung lag bei normalem Betrieb bei etwa 9000 V. Einige Tabellen geben die Abhängigkeit der zur Erreichung des maximalen Ausschlags nötigen Spannung von der Betriebsspannung. Mit der neuen Röhre wurden einige Versuche zur Registrierung hoher veränderlicher Spannungen gemacht, und dabei eine Schaltung benutzt, die von Wehnelt schon früher zur Registrierung von Röntgenröhrenspannungskurven benutzt worden ist. Mit dieser und einer ähnlichen Schaltung wurde der Strom und der Spannungsverlauf an gewöhnlichen Röntgenröhren und Coolidgeröhren aufgenommen. Es zeigen sich überall starke Schwingungserscheinungen und in der Stromkurve Zacken, die momentanen Stromwerten bis zu 2 A entsprechen. Die Aufnahmen an Röntgenröhren haben nur orientierenden Charakter. Ein ausführlicheres Zahlenmaterial ist in dem Abschnitt über die zum Durchschlagen einer Luftstrecke zwischen verschiedenen Elektroden nötigen Spannungen enthalten, die mit der geeichten Braunschen Röhre bestimmt worden sind.

(Annalen der Physik, Bd. 55, 1918.) *L.*

Die Messung der Primärstrahlung der Coolidge-, Lilienfeld- und selbsthärtenden Siederöhre. H. v. Dechend, H. Iten und H. Wintz. Die Messung erfolgte mit einer Versuchsanordnung, bei der die Sekundärstrahlung möglichst ferngehalten und nur die Primärstrahlung zur Wirkung auf dem Ionisationsraum gebracht wurde. Dazu ist große Entfernung zwischen Filter und Meßraum und eine Blendenanordnung nötig. Die Meßkammer bestand aus Horn, welches an der Innenseite mit Graphit überzogen war. Bei konstantem Röhrenstrom wurde die Filterdecke von 0 bis 30 mm Aluminium vergrößert und die Ionisation gemessen. Die Tabellen enthalten ferner die Absorptionswerte in Prozenten für 1 mm. Diese letzten Werte zeigen an, von welcher Filterdicke die Absorption für 1 mm konstant wird, wann also die Strahlung homogen geworden ist. Graphische Darstellung ist in der gleichen Weise, wie kürzlich

Digitized by Google

Von Lilienfeld und Knüpferle*) verwendet, und veranschaulicht das Gleiche. Der Punkt, von dem an die Kurven gradlinig verlaufen, heißt Homogenitätspunkt. Dieser Punkt wurde bei einem Röhrenstrom von zirka 2·5 mA für die Coolidge-, Lilienfeld- und selbsthärtende Siederöhre bestimmt. Er liegt für die Lilienfeldröhre mit Hochspannungswiderstand bei 7·5 mm Al, für die Lilienfeldröhre am Zündinduktor bei 6 mm, für die selbsthärtende Siederröhre bei 10 mm, für die Coolidgeröhre bei 14 bis 15 mm. Das Strahlengemisch der Lilienfeld- und der selbsthärtenden Siederöhre ist sich danach ähnlich, das der Coolidgeröhre dagegen wesentlich inhomogener. Die höchsten Härten, die mit den drei Röhren erreicht werden konnten, sind etwa gleich und entsprechen einer Halbwertschicht von 11 mm Aluminium.

(Fortschr. auf d. Geb. der Röntgenstr., Bd. 25. 1918.) *L.*

Chronik.

Einführung des elektrischen Betriebes bei den Schweizerischen Bundesbahnen. Gelegentlich der letzten Verwaltungsratsitzung der Schweizerischen Bundesbahnen (S. B. B.) wurde von der Generaldirektion das Programm über die Einführung des elektrischen Betriebes auf dem Netze der S. B. B. vorgelegt. Demselben ist folgendes zu entnehmen:

Einleitend betont die Generaldirektion, daß infolge des Krieges die Bedeutung des elektrischen Betriebes ganz bedeutend zugenommen hat, so daß entgegen der bisherigen Ansicht mit der Elektrifizierung des Bundesbahnennetzes an verschiedenen Punkten gleichzeitig zu beginnen sei.

Die Durchführung der Elektrifizierung soll nunmehr in einem Zeitraum von ungefähr 30 Jahren erfolgen, wofür im Mittel eine jährliche Bauausgabe von 25 Mill. Franken erforderlich ist. Für die Durchführung der Elektrifizierung soll das Netz der Bundesbahnen in drei Gruppen eingeteilt werden, in der Meinung, daß für jede dieser Gruppen ungefähr der Zeitraum eines Jahrzehnts zu beanspruchen sei. Für den elektrischen Betrieb auf dem ganzen Netze der S. B. B. wird im Mittel eine Kraft von 200 000 PS ab Turbinenwelle nötig sein. Für die Erzeugung von 150 000 PS besitzen die Bundesbahnen bereits die nötigen Konzessionen, bezw. stehen sie in Unterhandlung für die Erlangung von solchen. Zu dem noch fehlenden Viertel werden die Bundesbahnen nach Umständen weitere Konzessionen zu erhalten suchen oder sich bei zu erstellenden Kraftwerken beteiligen oder elektrische Kraft bei Kraftwerken mieten.

Für die Durchführung ist folgende Gruppeneinteilung in Aussicht genommen: Gruppe I ((erstes Jahrzehnt): *a*) Erstfeld—Bellinzona (Elektrifizierung in Ausführung, elektrische Kraft aus dem Ritomwerk); *b*) Bellinzona—Chiasso, Erstfeld—Luzern, Goldau—Thalwil—Zürich, Immensee—Wohlen—Rupperswil (Kraft aus den kombinierten Kraftwerken Amsteg und Ritom); *c*) Iselle—Brig (bereits in elektrischem Betrieb), Brig—Sitten (Elektrifizierung in Ausführung, Energie aus dem Kraftwerk an der Rhône im Massaboden); *d*) Sitten—Lausanne, Lausanne—Vallorbe (Energie aus dem Kraftwerk an der Barberine); *e*) Genf—Renens, Lausanne—Freiburg—Bern (elektrische Kraft aus den kombinierten Kraftwerken an der Barberine und am Trient); *f*) Luzern—Olten—Basel (Energie aus dem Kraftwerk an der Aare bei Rupperswil); *g*) Scherzligen—Thun—Bern (Elektrifizierung in Ausführung, Kraft vorläufig aus den Bernischen Kraftwerken), Wylerfeld—Olten—Zürich, Brugg—Pratteln (Energie aus dem Kraftwerk an der Aare bei Rupperswil, kombiniert mit den anderen Kraftwerken der S. B. B.); *h*) Zürich—Winterthur—St. Gallen—Rorschach, Oerlikon—Eglisau—Schaffhausen (Kraft aus dem Etzelwerk, eventuell aus anderen Kraftwerken).

Die Linien dieser Gruppe I umfassen 1128 km, das heißt ungefähr zwei Fünftel des Bundesbahnnetzes. Infolge ihrer Elektrifizierung wird der Kohlenbedarf um mehr als die Hälfte vermindert.

Gruppe II: *a*) Thalwil—Chur, Zürich—Meilen—Rapperswil—Ziegelbrücke, Uznach—Rickentunnel—Wattwil (Kraft aus dem Etzelwerk, kombiniert mit anderen Kraftwerken der Bundesbahnen).; *b*) Gümligen—Langnau—Luzern—Olten—Solothurn—Biel, Luzern—Brünig—Interlaken (Energie aus dem Kraftwerke an der Aare bei Rupperswil, kombiniert mit anderen Kraftwerken der Bundesbahnen).; *c*) Daillens—Yverdon—Neuenburg—Biel, Neuenburg—Chaux-de-Fonds—Le Locle, Zollikofen—Biel—Sonceboz—Chaux-de-Fonds (Energie aus den kombinierten Kraftwerken an der Barberine und am Trient). Diese Linien der Gruppe II, die im zweiten Jahrzehnt elektrifiziert werden sollen, umfassen 601 km. Anschließend an diese Strecken sollen womöglich noch einige weitere Linien als zur Gruppe II gehörig im zweiten Jahrzehnt elektrifiziert werden.

*) Vgl. Heft 2, Seite 22, d. J.

Der Rest der Linien der Bundesbahnen fällt dann in die Gruppe III für das dritte Dezennium. Die Generaldirektion verzichtet darauf, auch für diese Gruppe schon jetzt eine nähere Einteilung zu geben.

Die Generaldirektion legt in ihrem Bericht zum Elektrifizierungsprogramm des weitern dar, daß außer der jährlichen Ausgabe für die Elektrifizierung von 25 Mill. Franken für neue Linien eine jährliche Ausgabe von 4 Mill. Franken, für Ergänzungsbauten eine solche von 36 Mill. und für Rollmaterial eine solche von 27 Mill. in Aussicht genommen sei, so daß also im ersten Jahrzehnt mit einer jährlichen Ausgabe von 92 Mill. Franken und im zweiten und dritten Jahrzehnt infolge der Verminderung der Anschaffung von Rollmaterial mit einer solchen von 80 Mill. Franken zu rechnen sei. Die Mittel zur Durchführung der Elektrifizierung sollen beschafft werden durch kurzfristige Anleihen, die dann durch längerlaufende Kassascheine, durch feste Anleihen oder durch Zeichnungen im Schuldbuche, dessen Einführung gegenwärtig studiert wird, ersetzt werden können. *K. S.*

Literatur-Bericht.

Die Berechnung der Biegungs- und Torsionsfedern. Bearbeitet von Ing. W. Gerolsky. Mit 47 Abb. und 44 Taf. Frankfurt a. M. West, Akademisch-Technischer Verlag Johann Hammel (Preis geh. Mk. 6).

Das vorliegende Werk füllt eine seit langer Zeit bestehende Lücke in unserer sonst so reichhaltigen technischen Fachliteratur aus. Alle zur Federdimensionierung nötigen Werte sind in demselben eingehend und gemeinverständlich besprochen und es zeigen ausgeführte Berechnungsbeispiele den Weg zur schnellen und einwandfreien Berechnung. Der Konstrukteur wird die zahlreichen Tabellen berechneter Federn (44 S.) begrüßen, die ihn in den Stand setzen, die für seine Konstruktionen am besten passenden Federn ohne Rechnung sofort entnehmen zu können.

Das vorliegende Buch kann jedem Interessenten angelegentlichst empfohlen werden. *R.*

Vereins-Nachrichten.

Neue Mitglieder.

Weixelbaum Fritz, Betriebsleiter, Tarcsafürdö.
Hammerschmied Hans, Techniker, Wien (a. o. Mitglied),
Nittel W. H., techn. Beamter, Bodenbach a. E.,
Fischler Alfred, Ing., Sachverst. f. Elektrotechn., Reichenberg,
Pollak Carl, Ing., Wien,
Riedl Alfred, Elektromonteur, Görkau,
Steuber Karl, Betriebsleiter, Eisenerz,
Zukowski Julius Ritter v., Ing., Krakau,
Stelzig Johann, Elektroingenieur, dzt. im Felde,
Friedrischek Rudolf, Elektriker, Bielitz,
Günner Robert v., Ing., dzt. im Felde,
Hinke Adalbert, Elektromonteur, Eger,
Pleschberger Alois, Ing., Villach,
Prinzig Johann, Ing., Wien,
Gruber Raimund, Elektromeister, Wien,
Sassmann Josef, dzt. Ldst.-Techn., Sigmundsherberg,
Ramberger Leopold,
Horanek Dominik, k. u. k. Lagerkommando, dzt. Feldpost,
Dax Emil, Ing., Betriebsleiter, Trifail,
Scherr Georg, Betriebselektriker, Wilhelmsburg,
Vereinigte Elektrizitäts-Akt.-Ges., Wien,
Elektrizitätswerk d. Ver. El.-A.-G. Wien, Budweis,
Direktion d. Teplitzer Elektrizitäts- u. Kleinbahn-Ges., Teplitz,
Jellinek Heinrich, Olmütz,
Raberger Ferdinand, Ing., Wien,
Hackl Theodor, Teilhaber d. Fa. Ung. „Elektro" Unternehmung, Budapest,
Stibal Georg, Ing., Marinefeldpost, Pola,

Exkursion.

Es ist beabsichtigt, Mitte Oktober d. J. eine Exkursion zur Besichtigung der Überlandzentrale der Städtischen Elektrizitätswerke Wien in Ebenfurt und des damit im Zusammenhang stehenden Bergbaubetriebes zu veranstalten. Jene Herren Mitglieder, welche an der Exkursion teilzunehmen beabsichtigen, wollen dies umgehend dem Sekretariat des Vereines, Wien VI, Theobaldgasse 12, anzeigen. Programm und Tag der Exkursion werden nach Erhalt der Besuchsbewilligung veröffentlicht werden.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
13. Oktober 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 41.
36. Jahrgang.

INHALT:

Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit. (Ein Vergleich mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen.) Von Ing. Josef Rothbauer (Schluß) 457
Jahresversammlung der American Institution of Electrical Engineers. 462
Rundschau 464
Literatur-Bericht. 466
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 467
Vereins-Nachrichten 468

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Metallen von geringer Leitfähigkeit.

(Ein Vergleich mit Maschinen gleicher Modellgröße und Kupferwicklungen.)

Von Ing. **Josef Rothbauer**, Wien.

(Schluß von Heft 40, Seite 453.)

III. Der Synchrongenerator.

Voraussetzung: Es seien zwei Synchrongeneratoren gleicher Bauart vorausgesetzt, der eine mit Kupferwicklungen („Kupfergenerator"), der andere mit Wicklungen aus einem Material von geringerer Leitfähigkeit, zum Beispiel Aluminium- oder Zink („Ersatzgenerator"). Beide Maschinen sollen gleiche Eisendimensionen im Magnetsystem und im Stator haben; auch die Nutung des Stators soll in beiden Fällen gleich sein. Die Statorwicklungen beider Maschinen sollen gleiche Windungszahlen und gleiche Wicklungsquerschnitte haben. Klemmenspannung und Periodenzahl beider Generatoren sollen gleich sein.

Bezüglich der Rotorwicklung sei zunächst angenommen, daß die für die Erregung des Ersatzgenerators nötige Amperewindungszahl zur Verfügung steht (das Nähere ist dem Abschnitt „Rotorwicklung" zu entnehmen).

Alle auf den Ersatzgenerator bezüglichen Größen sind im folgenden mit dem Index 1 bezeichnet, während die Größen des Kupfergenerators ohne Index verwendet werden sollen; in den Ableitungen kommen folgende Bezeichnungen zur Anwendung:

ρ = Leitfähigkeit
s = spezifisches Gewicht } des Wicklungsmateriales,
G = Gewicht
E = Klemmenspannung,
i = Statorstrom,
w = Widerstand der Statorwicklung pro Phase,
e = Ohmscher Spannungsabfall,
AW_g = Gegenamperewindungen,
AW_{mb} = Vollast-Amperewindungen pro Pol,
$E_{r\sigma}$ = Streufeldspannung,
E_{rq} = Querfeldspannung,
E_{rg} = Gegenfeldspannung.

Aus der Annahme gleicher Windungszahlen und gleicher Wicklungsquerschnitte folgt für die Statorwicklungen das Verhältnis der Ohmschen Widerstände mit

$$\frac{w_1}{w} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots \quad 1)$$

und das Verhältnis der Wicklungsgewichte zu

$$\frac{G_1}{G} = \frac{s_1}{s} \quad \ldots \quad 1a).$$

Aufgabe: Welche Leistung kann der Ersatzgenerator bei gleicher Temperaturzunahme wie der Kupfergenerator abgeben und wie verhält er sich sonst im Vergleich zum Kupfergenerator?

Lösung:

a) Statorwicklung: Beide Maschinen werden gleiche Erwärmung zeigen, wenn sie gleiche Verluste haben; aus der Bedingung gleicher Stromwärmeverluste in der Statorwicklung ergibt sich das Verhältnis der Statorströme bezw. der Stromdichten zu

$$\frac{i_1}{i} = \sqrt{\frac{w}{w_1}}$$

oder unter Berücksichtigung von Gleichung 1)

$$\frac{i_1}{i} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \quad \ldots \quad 2)$$

das heißt der Aluminiumgenerator ist mit 78·4%, der Zinkgenerator mit 54·6% des Stromes des Kupfergenerators belastbar; da gleichbleibende Klemmenspannung vorausgesetzt ist, gibt Gleichung 2) auch schon das Verhältnis der Leistungen an.

Die Multiplikation der Gleichungen 1) und 2) ergibt das Verhältnis der Ohmschen Spannungsabfälle in den Statorwicklungen mit

$$\frac{e_1}{e} = \frac{i_1 \cdot w_1}{i \cdot w} = \sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}} \quad \ldots \quad 3),$$

das heißt der Ohmsche Spannungsabfall des Aluminiumgenerators ist 1·278mal, der des Zinkgenerators 1·79mal größer als jener des Kupfergenerators.

Die induktiven Spannungsabfälle, das ist Streufeld-, Querfeld- und Gegenfeld-Reaktanzspannung, sind proportional der Stromstärke; Gleichung 2) gibt somit auch schon das Verhältnis der induktiven Spannungsabfälle an.

b) Rotorwicklung:

Es soll zunächst der Erregerbedarf des Ersatzgenerators mit dem des Kupfergenerators verglichen werden, und zwar soll die Erregung für eine beliebige Phasenverschiebung $\cos\varphi$ mit Hilfe des Spannungsdiagrammes nach Sumec, die maximale Erregung für $\cos\varphi = 0$ mit Hilfe des Potierschen Dreiecks ermittelt werden.

Unter der Voraussetzung eines gleichbleibenden Luftspaltes decken sich die Leerlaufcharakteristiken beider Maschinen, das heißt die Leerlaufamperewindungen sind in beiden Fällen gleich.

Digitized by Google

1. Maximale Erregung für $\cos\varphi = 0$: Nach dem Abschnitt a) ist die Streuspannung $E_{r\sigma}$ proportional dem Strom, das heißt die Streuspannung des Ersatzgenerators wird im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner werden; die gleiche Proportionalität gilt auch für die Gegenamperewindungen AW_g. Das Potiersche Dreieck für den Ersatzgenerator kann somit aus dem Potierschen Dreieck für den Kupfergenerator durch ähnliche Verkleinerung seiner Katheten im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ erhalten werden. (Abb. 15.)

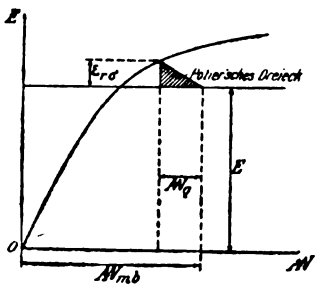


Abb. 15.

Der Ersatzgenerator wird daher immer einen kleineren Erregerbedarf als der Kupfergenerator haben, und zwar um so kleiner, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist. Wie groß die Verkleinerung der Amperewindungen ist, hängt davon ab, an welcher Stelle der Charakteristik der Generator arbeitet.

2. Erregung für $\cos\varphi \neq 0$: Im Spannungsdiagramm von Sumec (Abb. 16) kommen folgende Größen vor:

$\overline{01} = E$ = Klemmenspannung;
$\overline{13}$ = Ohmscher Spannungsabfall e;
$\overline{25}$ = Gegenfeldspannung E_{rg};
$\overline{02} = E_{r\sigma}$ = Streufeldspannung;
$\overline{24}$ = Querfeldspannung E_{rq};
$\overline{23}$ = EMK des gemeinsamen Feldes E_{gem};
$\overline{36}$ = Elektromotorische Kraft EMK.

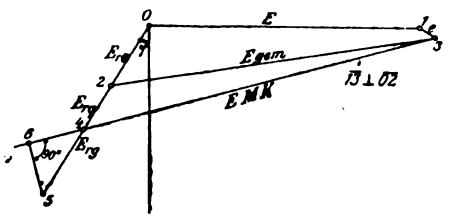


Abb. 16.

Die bei einer Phasenverschiebung φ notwendige Erregung ist dann aus der Leerlaufcharakteristik nach Abb. 17 zu finden.

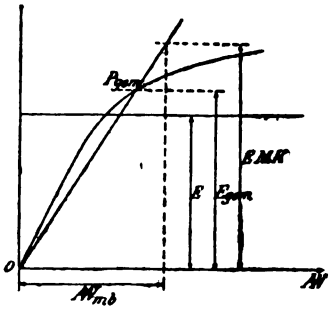


Abb. 17.

Auf den Ersatzgenerator angewendet, ergibt sich somit folgendes:

Der Ohmsche Spannungsabfall des Ersatzgenerators wird nach Gleichung 3) im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho}{\rho_1}}$ größer, alle induktiven Spannungsabfälle, das ist Streu-, Quer- und Gegenfeldspannung nach Gleichung 2) im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner als beim Kupfergenerator.

Bei Synchrongeneratoren ist jedoch der Ohmsche Spannungsabfall e klein im Vergleich zu den induktiven Spannungsabfällen; es wird daher beim Ersatzgenerator die EMK des gemeinsamen Feldes E_{gem} sicher kleiner werden als beim Kupfergenerator; dasselbe gilt für die elektromotorische Kraft EMK des Ersatzgenerators.

Aus diesen Überlegungen und der oben angegebenen Ermittlung der Erregung folgt, daß der Ersatzgenerator auch bei einer beliebigen, von Null verschiedenen Phasenverschiebung φ sicher einen kleineren Erregerbedarf als der Kupfergenerator haben wird.

Die Spannungserhöhung zwischen Vollast und Leerlauf bei gleichbleibender Erregung und Tourenzahl wird daher beim Ersatzgenerator immer kleiner sein als beim Kupfergenerator, und zwar um so kleiner, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist.

Bei gleichbleibendem Luftspalt wird im allgemeinen das Reaktionsverhältnis des Ersatzgenerators $\nu_m = \frac{AW_{mb}}{AW_g}$ größer werden als beim Kupfergenerator, da die Gegenamperewindungen AW_g im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner werden, während die bei Belastung notwendigen Amperewindungen AW_{mb} nicht so stark sinken.

Wenn man daher beim Ersatzgenerator nur das gleiche Reaktionsverhältnis wie beim Kupfergenerator anstrebt, kann man den Luftspalt und dadurch die Leerlauf-Amperewindungen des Ersatzgenerators kleiner als beim Kupfergenerator machen; die Luftspaltverkleinerung ist so weit zulässig, daß auch die bei Belastung notwendigen Amperewindungen AW_{mb} im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner werden als bei der Kupfermaschine.

Nach Festlegung des Erregerbedarfes kann zur Bestimmung der Rotorwicklung übergegangen werden; für die Rotorwicklung gelten sinngemäß sämtliche Überlegungen wie für die Nebenschlußwicklung bei Gleichstrommaschinen.

Die Möglichkeit des Ersatzes der Erregerwicklung aus Kupfer durch eine solche aus Aluminium oder Zink von gleicher Erwärmung ist bei den Synchrongeneratoren geringer als bei den Gleichstrommaschinen, da die Wickelraumverhältnisse bei der als Innenpolmaschine gebauten Synchronmaschine ungünstiger sind als bei der als Außenpolmaschine ausgebildeten Gleichstrommaschine.

c) Wirkungsgrad:

Unter der Annahme, daß der Ersatzgenerator die gleichen Gesamtverluste wie der Kupfergenerator hat, gelten für den Wirkungsgrad des Ersatzgenerators die gleichen Überlegungen wie für den Gleichstrom-Ersatzgenerator; der Grenzwert des Wirkungsgrades des synchronen Ersatzgenerators kann somit nach Gleichung 4) im Abschnitt II. „Die Gleichstrommaschine“ oder nach Abb. 10 für Aluminiumgeneratoren bezw. Abb. 11 für Zinkgeneratoren geschätzt werden.

Die Zulässigkeit der Annahme gleicher Gesamtverluste beim Ersatzgenerator und beim Kupfergenerator folgt aus dem nachstehenden Vergleich der Einzelverluste:

1. Die Stromwärmeverluste im Stator sind in beiden Fällen gleich.

2. Die Eisenverluste des Ersatzgenerators sind immer etwas kleiner als beim Kupfergenerator, da die für die Eisenverluste maßgebende elektromotorische

Digitized by Google

Kraft des gemeinsamen Feldes E_{gem} infolge der kleineren Streuspannung des Ersatzgenerators immer kleiner ist als beim Kupfergenerator.

3. Die Stromwärmeverluste im Rotor hängen bei diesen Maschinen nach vorhergegangenen Überlegungen ziemlich stark von der Größe des zur Verfügung stehenden Wickelraumes ab und können daher erst nach Festlegung der Rotorwicklung berechnet werden; für die Schätzung des Wirkungsgrades genügt jedoch, wenn man die Gesamtverluste als gleichbleibend annimmt.

IV. Der Drehstrom-Asynchronmotor.

Voraussetzung: Es seien zwei Drehstrom-Asynchronmotoren gleicher Bauart vorausgesetzt, der eine mit Kupferwicklungen („Kupfermotor"), der andere mit Wicklungen aus einem Material von geringerer Leitfähigkeit, zum Beispiel Aluminium oder Zink („Ersatzmotor"). Beide Motoren sollen im Stator und Rotor gleiche Eisendimensionen und gleiche Nutung haben; ebenso sollen die Windungszahlen und Wicklungsquerschnitte der Stator- und Rotorwicklungen gleich sein.

In den folgenden Ableitungen kommen die nachstehenden Bezeichnungen zur Anwendung:

ρ = Leitfähigkeit
s = spezifisches Gewicht } des Wicklungsmateriales.
G = Gewicht

i_s = Statorstrom
i_r = Rotorstrom } pro Phase,

w_s = Widerstand der Statorwicklung
w_r = „ „ Rotorwicklung } pro Phase.

Die Bezeichnungen ohne Index gelten für den Kupfermotor, mit dem Index 1 für den Ersatzmotor.

Aus der Voraussetzung gleicher Windungszahlen und gleicher Wicklungsquerschnitte ergibt sich für die Stator- und für die Rotorwicklungen das Verhältnis der Ohmschen Widerstände mit

$$\frac{w_{s1}}{w_s} = \frac{w_{r1}}{w_r} = \frac{\rho}{\rho_1} \quad \ldots\ldots 1)$$

und das Verhältnis der Wicklungsgewichte zu

$$\frac{G_1}{G} = \frac{s_1}{s} \quad \ldots\ldots 1a).$$

Aufgabe: Welche Leistung kann der Ersatzmotor bei gleicher Temperaturzunahme wie der Kupfermotor abgeben und wie ist sein sonstiges Verhalten im Vergleich zum Kupfermotor?

Lösung: Beide Maschinen werden gleiche Erwärmung aufweisen, wenn sie gleiche Verluste haben; aus der Bedingung gleicher Stromwärmeverluste ergibt sich das Verhältnis der zulässigen Belastungsströme bezw. der zulässigen Stromdichten im Stator mit

$$\frac{i_{s1}}{i_s} = \sqrt{\frac{w_s}{w_{s1}}} \text{ und im Rotor mit } \frac{i_{r1}}{i_r} = \sqrt{\frac{w_r}{w_{r1}}};$$

substituiert man das Verhältnis der Widerstände nach Gleichung 1) so erhält man

$$\frac{i_{s1}}{i_s} \cdot \frac{i_{r1}}{i_r} = \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} \quad \ldots\ldots 2),$$

das heißt man könnte den Aluminiummotor mit maximal 78·4%, den Zinkmotor mit maximal 54·6% des Stromes des Kupfermotors belasten.

Aus der Bedingung gleicher Eisenverluste würde folgen, daß bei gleichbleibender Periodenzahl der Ersatzmotor die gleiche Klemmenspannung wie der Kupfermotor haben könnte.

Beim asynchronen Ersatzmotor liegen jedoch die Verhältnisse nicht so einfach wie zum Beispiel beim Ersatztransformator oder bei der Ersatz-Gleichstrommaschine, da einerseits Stator-, Rotor- und Leerstrom durch das Heylanddiagramm zusammenhängen und andererseits der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ und auch die Überlastungsfähigkeit des Motors zu beachten sind.

Es sollen daher in der Folge die Gesichtspunkte, die für den asynchronen Ersatzmotor in Betracht kommen, schrittweise an Hand des Heylanddiagramms untersucht werden, und zwar führen hier rein planimetrische Überlegungen sehr rasch zum Ziele.

a) Ersatzmotor mit gleicher Klemmenspannung wie der Kupfermotor:

In diesem Falle ist die magnetische Sättigung beider Motoren gleich; beide Motoren werden daher gleichen Leerlauf- und wegen der gleichen Streuung auch gleichen Kurzschlußstrom haben.

Unter der Voraussetzung gleicher Strom- und somit auch gleicher Leistungsmaßstäbe werden sich die Heylandkreise beider Motoren decken.

Die gleichbleibende Klemmenspannung ergibt unter Vernachlässigung der verschiedenen Ohmschen Spannungsabfälle in den Statorwicklungen gleiche Eisenverluste für beide Motoren.

Belastet man daher den Ersatzmotor mit einem Statorstrom entsprechend der Gleichung 2), so ist der Stator des Ersatzmotors sowohl im Eisen als auch in der Wicklung gleich beansprucht wie der Kupfermotor. Der hiebei auftretende Rotorstrom wird jedoch nach Abb. 18 immer kleiner sein als nach Gleichung 2) zulässig wäre; die Rotorwicklung des Ersatzmotors ist daher bei richtig belastetem Stator immer weniger beansprucht als die Rotorwicklung des Kupfermotors, und zwar umso weniger, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist.

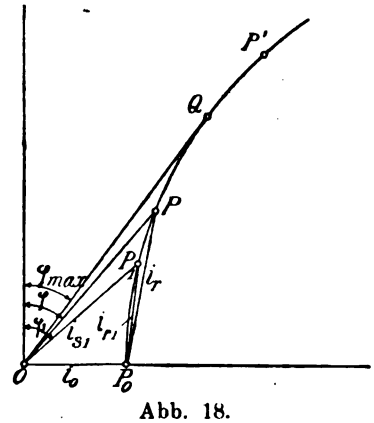


Abb. 18.

Da sich die Heylandkreise beider Motoren decken, der zulässige Statorstrom des Ersatzmotors jedoch kleiner ist als beim Kupfermotor, so wird in den weitaus meisten Fällen nach Abb. 18 der Leistungsfaktor $\cos\varphi_1$ des Ersatzmotors kleiner sein als beim Kupfermotor, und zwar um so kleiner, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist; in Bezug auf den Statorstrom allein ist der Ersatzmotor als ein nicht voll belasteter Kupfermotor anzusehen. Nur in jenen Fällen, in denen der Betriebspunkt P des Kupfermotors noch außerhalb des Punktes Q, der dem größtmöglichen Leistungsfaktor $\cos\varphi_{max}$ entspricht, liegt, also etwa bei P', könnte der Leistungsfaktor $\cos\varphi_1$ des Ersatzmotors größer oder auch gleich sein wie beim Kupfermotor; diese Fälle können aber wohl als Ausnahmsfälle betrachtet werden, da die entsprechen

Digitized by Google

den Kupfermotoren im allgemeinen eine kleinere Überlastungsfähigkeit haben müßten, als sie bei normalen Drehstrommotoren verlangt wird.

Die Überlastungsfähigkeit des Ersatzmotors wird nach Abb. 18 immer größer sein als beim Kupfermotor, und zwar um so größer, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist.

Da der Ersatzmotor annähernd die gleichen Gesamtverluste wie der Kupfermotor hat, wird sein Wirkungsgrad kleiner als der des Kupfermotors werden.

Da sowohl der Wirkungsgrad als auch der Leistungsfaktor des Ersatzmotors kleiner ist als beim Kupfermotor, so wird die Leistung, die man dem Ersatzmotor entnehmen kann, immer kleiner sein als der Gleichung 2) entspricht, das heißt der Aluminiummotor wird weniger als 78·4%, der Zinkmotor weniger als 54·6% der Leistung des Kupfermotors abgeben können.

b) Ersatzmotor mit gleichen Stromwärmeverlusten in Stator- und Rotorwicklung wie der Kupfermotor.

Damit der Ersatzmotor die gleichen Stromwärmeverluste im Stator und Rotor wie der Kupfermotor hat, muß der Stator- und der Rotorstrom des Ersatzmotors nach Gleichung 2) im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner sein als beim Kupfermotor; da aber die beiden Ströme i_s und i_r dem Heylandkreis entsprechen müssen, so muß auch der Leerstrom i_0 im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner werden, das heißt man muß beim Ersatzmotor mit der magnetischen Sättigung bezw. mit der Klemmenspannung so weit heruntergehen, bis der Leerstrom im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ kleiner geworden ist.

In diesem Fall wird bei gleichbleibendem Strommaßstab das aus Leerstrom, Stator- und Rotorstrom gebildete Dreieck im Verhältnis $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ ähnlich verkleinert; da die Streuung beider Motoren gleich ist, so sind die Heylandkreise beider Motoren ähnlich liegende Kreise mit O als Ähnlichkeitszentrum (Abb. 19). Der Ersatzmotor wird daher in diesem Fall den gleichen Leistungsfaktor cos φ haben wie der Kupfermotor.

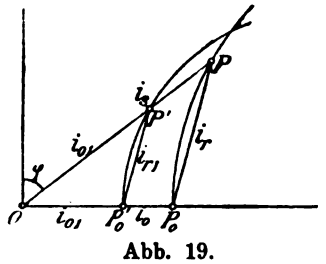


Abb. 19.

Wegen der herabgesetzten Sättigung werden die Statoreisenverluste des Ersatzmotors kleiner sein als beim Kupfermotor; der Ersatzmotor mit gleichen Stromwärmeverlusten in Stator und Rotor wie der Kupfermotor wird daher im Statoreisen immer weniger beansprucht sein als der Kupfermotor, und zwar um so weniger, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist.

Da die Gesamtverluste des Ersatzmotors annähernd gleich wie beim Kupfermotor sind, wird der Wirkungsgrad des Ersatzmotors sicher kleiner sein als beim Kupfermotor. Die Leistung, die der Ersatzmotor abgeben kann, wird somit wegen der herabgesetzten Klemmenspannung noch kleiner werden als beim Ersatzmotor nach a).

Die Überlastungsfähigkeit dieses Ersatzmotors wird wegen der geringen Sättigung bei gleichbleibenden Stromwärmeverlusten kleiner sein als beim Kupfermotor.

c) Ersatzmotor mit höherer Leistung als nach b).

Ein Ersatzmotor nach b) ist wegen der geringen Sättigung zu wenig ausgenützt und gibt dementsprechend nur eine verhältnismäßig kleine Leistung ab; außerdem kann in Fällen, in denen die Überlastungsfähigkeit des Kupfermotors nicht allzu groß ist, die Überlastungsfähigkeit des entsprechenden Ersatzmotors zu klein werden.

Diese Verhältnisse werden sofort wesentlich günstiger, wenn man mit der magnetischen Sättigung nicht so weit herunter geht als b) entspricht, sondern eine zwischen a) und b) liegende Sättigung wählt. In Abb. 20 ist $O P_0 P$ das Stromdreieck für den Kupfermotor, $O P_0' P'$ das Stromdreieck für den Ersatzmotor mit gleichen Stromwärmeverlusten wie der Kupfermotor nach b).

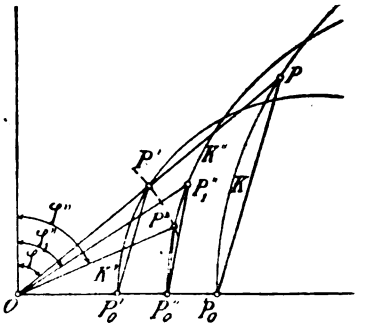


Abb. 20.

Die für den Ersatzmotor nach c) gewählte Sättigung ergibt einen Leerstrom $\overline{O P''}$, der zwischen dem Leerstrom $\overline{O P_0}$ des Kupfermotors und dem Leerstrom $\overline{O P_0'}$ des Ersatzmotors mit gleichen Stromwärmeverlusten wie der Kupfermotor liegt. Wegen der gleichbleibenden Streuung liegt auch der Heylandkreis K'' dieses Ersatzmotors ähnlich zu dem Heylandkreis K des Kupfermotors und dem Heylandkreis K' des Ersatzmotors mit gleichen Stromwärmeverlusten wie der Kupfermotor nach b).

Einem Statorstrom

$$i_{s1} = i_s \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} = \overline{O P'} = \overline{O P''}$$

würde, wie aus Abb. 20 zu ersehen ist, ein Rotorstrom $P_0'' P''$ entsprechen, der sicher kleiner ist als der zulässige Rotorstrom

$$i_{r1} = i_r \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} = \overline{P_0' P'},$$

das heißt in diesem Falle wäre bei richtig belasteter Statorwicklung sowohl das Statoreisen als auch die Rotorwicklung unterbelastet.

Hier wird es nun in vielen Fällen zweckmäßig und vom Standpunkt der Erwärmung ohne weiteres zulässig sein, wenn man den Rotorstrom auf seinen zulässigen Wert

$$i_{r1} = i_r \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}} = \overline{P_0'' P_1''} = \overline{P_0' P'}$$

erhöht; man erhält dann einen Statorstrom $\overline{O P_1''}$, der etwas größer ist als der nach Gleichung 2) zulässige Wert $i_s \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$; es ergeben sich daher etwas größere

Digitized by Google

Stromwärmeverluste im Stator als beim Kupfermotor, während die Statoreisenverluste wegen der kleineren Sättigung nach wie vor kleiner sind als beim Kupfermotor, so daß die gesamten Statorverluste des Ersatzmotors im allgemeinen noch immer kleiner sein werden wie beim Kupfermotor; es wird somit ein Ausgleich der Statorwicklungs- und Eisenwärme stattfinden können, so daß beim Ersatzmotor nach c) die Gesamterwärmung des Stators ungefähr gleich wie beim Kupfermotor sein wird.

Die Sättigung wird so zu wählen sein, daß man in Bezug auf Leistungsfaktor und Überlastungsfähigkeit möglichst günstige Werte erhält; der Leistungsfaktor $\cos\varphi_1''$ des Ersatzmotors nach c) wird nach Abb. 20 in den meisten Fällen kleiner sein als beim Kupfermotor; ebenso wird der Wirkungsgrad des Ersatzmotors kleiner sein als beim Kupfermotor, da die Gesamtverluste annähernd gleich geblieben sind. Es wird somit der Ersatzmotor nach c) wegen seiner zwischen a) und b) liegenden Klemmenspannung auch in Bezug auf Leistung und Überlastungsfähigkeit zwischen den Ersatzmotoren nach a) und b) liegen.

d) **Maßnahmen zur Erzielung der größtmöglichen Leistung des Ersatzmotors.**

Ein asynchroner Ersatzmotor nach c) ist wegen der herabgesetzten Sättigung noch immer nicht so stark beansprucht wie der entsprechende Kupfermotor; um aus dem Ersatzmotor das Maximum der Leistung herauszuholen, wäre es, wie die nachstehenden Überlegungen zeigen, am günstigsten, folgende Maßnahmen zu treffen:

1. Im Rotor die Nuten, die Windungszahl und den Wicklungsquerschnitt ungeändert zu lassen.

2. Die Statornuten tiefer und, wenn es die magnetischen Verhältnisse zulassen, breiter zu machen als beim Kupfermotor, wodurch bei ungeänderter Statorwindungszahl ein größerer Wicklungsquerschnitt als beim Kupfermotor unterzubringen ist.

Dadurch kann man folgendes erreichen:

1. Nach den vorhergegangenen Überlegungen ist, wenn man die Statorwicklung des asynchronen Ersatzmotors mit dem nach Gleichung 2) zulässigen Strom belastet, die Rotorwicklung immer weniger beansprucht als beim Kupfermotor.

Man wird daher beim Ersatzmotor nach d) den Rotorstrom auf seinen nach Gleichung 2) zulässigen Wert $i_{r_1} = i_r \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$ erhöhen; der zugehörige Statorstrom wird dann größer als der der Gleichung 2) entsprechende Wert $i_{s_1} = i_s \sqrt{\frac{\rho_1}{\rho}}$. Aus der Bedingung gleicher Stator-Stromwärmeverluste folgt für den Ersatzmotor ein größerer Querschnitt der Statorwicklung als beim Kupfermotor.

Aus dem vergrößerten Querschnitt der Statorwicklung ergibt sich die notwendige Vertiefung bezw. Verbreiterung der Statornut; die Statornut wird also um so mehr vergrößert werden können, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist.

2. Die Sättigung kann man so hoch wählen, daß sich mit der vergrößerten Statornut für den Ersatzmotor die gleichen Eisenverluste ergeben wie beim Kupfermotor. Die Sättigung bezw. die Klemmenspannung wird sich im allgemeinen größer ergeben als beim Ersatzmotor nach c); der Leerstrom wird in den meisten Fällen ebenfalls größer werden als beim Ersatzmotor nach c).

Man hat somit nach d) einen asynchronen Ersatzmotor, der mit den größtmöglichen Strömen und der größtmöglichen Sättigung arbeiten kann, ohne höhere Verluste als der Kupfermotor zu besitzen; dieser Ersatzmotor muß somit auch die größtmögliche Leistung abgeben können.

Bei jedem asynchronen Ersatzmotor ist die Schlüpfung größer als beim Kupfermotor, und zwar wird sie um so größer, je geringer die Leitfähigkeit des Wickelmateriales ist. Dies läßt sich am einfachsten aus der Beziehung ableiten, daß die Schlüpfung auch als Verhältnis der Rotor-Stromwärmeverluste zu der dem Rotor zugeführten Leistung definiert werden kann; die Schlüpfung läßt sich daher aus der folgenden Gleichung berechnen:

$$\sigma = \frac{\text{Rotor-Stromwärmeverluste}}{\text{vom Motor aufgenommene Leistung} - (\text{Stator-Stromwärmeverluste} + \text{Eisenverluste})}.$$

Da die Verluste beider Motoren ungefähr gleich sind, die vom Ersatzmotor aufgenommene Leistung auf jeden Fall kleiner als beim Kupfermotor ist, so wird nach der obenstehenden Formel die Schlüpfung des Ersatzmotors unbedingt größer als beim Kupfermotor werden.

Für eine bestimmte Schlüpfung des Kupfermotors läßt sich jedoch die Schlüpfung des Ersatzmotors nicht allgemein angeben, da sie verschieden ist, je nachdem ein Ersatzmotor nach a), b), c) oder d) vorliegt; sie muß somit in jedem einzelnen Falle berechnet werden.

Wie aus den vorangegangenen Überlegungen folgt, läßt sich die Leistung des asynchronen Ersatzmotors nicht in eine einfache Beziehung zur Leistung des Kupfermotors bringen, da sie innerhalb verhältnismäßig weiter Grenzen vom magnetischen Aufbau des Kupfermotors und der geforderten Überlastungsfähigkeit und dem Leistungsfaktor abhängig ist.

Beispiel: Im folgenden Beispiele soll die Anwendung der vorstehend abgeleiteten Überlegungen gezeigt werden.

Es sei ein Kupfermotor mit folgenden Leistungsdaten gegeben:

Leistung	40 PS,
Klemmenspannung	500 V,
Periodenzahl	50 Per/s,
Tourenzahl	1000 Touren.

Die Eisendimensionen und die Wicklungsdaten sind aus den Tabellen von Seite 462 zu entnehmen.

Für welche Verhältnisse könnte der entsprechende Aluminium- bezw. Zinkmotor verwendet werden?

Eisendimensionen

		Stator	Rotor
Durchmesser außen		480 mm	340 mm
„ innen		341·5 „	220 „
Eisenlänge inklusive Lüftungsschlitze		200 „	200 „
Zahl der Lüftungsschlitze		3	3
Breite „ „		7 mm	7 mm
Nuten (halbrund)	Zahl	72	90
	Tiefe	35 „	30 „
	Breite	9 „	5 „
	Schlitz	4 „	2 „
Blechdicke		0·5 „	0·5 „
Verlustziffer		3·6 W/kg	3·6 W/kg

Digitized by Google

Tabelle I.

	Kupfermotor		Aluminiummotor		Zinkmotor	
	Stator	Rotor	Stator	Rotor	Stator	Rotor
Gewicht des blanken Wicklungsdrahtes	38·5 kg	26·4 kg	11·7 kg	8·0 kg	30·3 kg	21·4 kg
Widerstand pro Phase bei 15° C .	0·1664 Ω	0·014 Ω	0·271 Ω	0·0228 Ω	0·558 Ω	0·0469 Ω

Tabelle II.

	Kupfermotor	Aluminium-	Zink-	Aluminium	Zink-	Aluminium-	Zink-
		Motor nach a)		Motor nach b)		Motor nach c)	
Klemmenspannung E	500 V	500 V	500 V	438 V	338 V	460 V	410 V
Flux $\Phi \cdot 10^{-6}$	1·259	1·259	1·259	1·103	0·850	1·158	1·031
Leerlauf-Amperewindungen AW_0	660	660	660	517	360	562	465
Leerstrom $i_0 = \frac{AW_0}{k_{a_1} \cdot \delta_1}$	14·32 A	14·32 A	14·32 A	11·22 A	7·815 A	12·20 A	10·09 A
Kurzschlußstrom $i_k = \frac{i_0}{\sigma}$	239 „	239 „	239 „	187·1 „	130·2 „	203·3 „	168·1 „
Normalleistung in PS	40·30 PS	29·68 PS	16·88 PS	26·90 PS	13·09 PS	27·57 PS	16·40 PS
Statorstrom i_s	43·2 A	33·8 A	23·6 A	34·2 A	24·0 A	33·6 A	24·9 A
Nach Gleichung 2) zulässiger Wert des Statorstromes i_s	43·2 „	33·8 „	23·6 „	33·8 „	23·6 „	33·8 „	23·6 „
Rotorspannung E_2	134·5 V	134·5 V	134·5 V	118·0 V	91·0 V	123·8 V	110·2 V
Rotorstrom i_r	138·2 A	101·8 A	59·8 A	108·5 A	75·6 A	108·5 A	75·6 A
Nach Gleichung 2) zulässiger Wert des Rotorstromes i_r	138·2 „	108·5 „	75·6 „	108·5 „	75·6 „	108·5 „	75·6 „
Wirkungsgrad η%	90·42%	87·95%	81·70%	86·85%	77·60%	87·15%	79·90%
Leistungsfaktor $\cos\varphi$	0·878	0·849	0·744	0·879	0·884	0·870	0·854
Überlastbarkeit, bezogen auf Leistung (PS_{max})	2·285fach	2·560fach	2·768fach	2·050fach	1·545fach	2·160fach	1·830fach
Überlastbarkeit, bezogen auf Drehmoment (M_{max})	2·643 „	3·240 „	4·225 „	2·450 „	2·120 „	2·640 „	2·515 „
Stator-Eisenverluste	760 W	760 W	760 W	581 W	352 W	640 W	510 W
Reibungsverluste	300 „	300 „	300 „	300 „	300 „	300 „	300 „
Gesamte Leerlaufverluste	1060 „	1060 „	1060 „	881 „	652 „	940 „	810 „
Stator-Stromwärmeverluste	1118 „	1116 „	1119 „	1141 „	1158 „	1102 „	1243 „
Gesamte Statorverluste	1878 „	1876 „	1879 „	1722 „	1510 „	1742 „	1753 „
Rotor-Stromwärmeverluste	964 „	849 „	604 „	967 „	965 „	967 „	965 „
Gesamtverluste des Motors	3142 „	3025 „	2783 „	2989 „	2775 „	2709 „	3018 „
Schlüpfung in %	3·120%	3·695%	4·530%	4·585%	8·850%	4·490%	7·230%
$\frac{\text{Leerstrom}}{\text{Normalstrom}}$	0·3315	0·4240	0·6120	0·3285	0·3275	0·3630	0·4055
$\frac{\text{Kurzschlußstrom}}{\text{Normalstrom}}$	5·53	7·07	10·21	5·47	5·43	6·05	6·75

Wicklungsangaben

	Stator	Rotor
Leiter pro Nut total . . .	18	2
Pro Nut nebeneinander . .	2	1
„ „ parallel	2	—
Schaltung	Y	Y
Leiter, blank	Durchm. = 2·8 mm	3 × 12 mm
„ isoliert	Durchm. = 3·1 „	3·6 × 12·6 „
Isolation	2 × Baumwolle	1 × Band
Leiterquerschnitt	6·15 mm²	35·14 mm²
Mittlere Länge einer halben Windung	0·540 m	0·467 m
Länge des Wicklungsdrahtes	700 „	84·1 „

Es ergeben sich somit Wicklungsgewichte und Widerstände der obenstehenden Tabelle I:

Die Rechnungsgrößen für den Motor sind:

Primärstreuung $\sigma_1 = 0{\cdot}03175$ | (berechnet),
Streuungskoeffizient $\sigma = 0{\cdot}06$ |

Statorwindungszahl pro Polpaar und Phase $\delta_1 = \frac{72 \cdot 9}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 36,$

Rotorwindungszahl pro Polpaar und Phase $\delta_2 = \frac{90 \cdot 2}{2 \cdot 3 \cdot 3} = 10,$

Kappscher Faktor $k_1 = 1{\cdot}84$,

Amperewindungsfaktor (primär und sekundär) $k_{a_1} = k_{a_2} = 1{\cdot}28$.

Abb. 21 zeigt die für den Motor berechnete Eisenverlust- und Magnetisierungskurve.

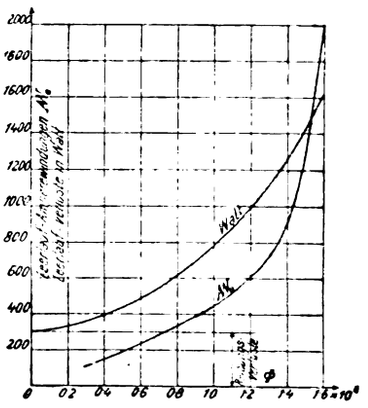


Abb. 21.

Die verschiedenen charakteristischen Daten, wie sie sich für die einzelnen Motoren aus den Heylanddiagrammen ergeben, sind des besseren Vergleiches halber in der Tabelle II zusammengestellt; dabei ist angenommen, daß sich die Wicklungen um 50° C erwärmen (das heißt 20% Widerstandszunahme). Die Diagramme selbst können wegen Raummangels hier nicht gebracht werden.

Die Ersatzmotoren nach c) ergeben ungefähr die günstigsten Werte, die mit dem gegebenen Kupfermotor überhaupt erreichbar sind; dieser Motor gibt somit bei Ausführung mit Aluminiumwicklungen 68·4%, bei Ausführung mit Zinkwicklungen 40·7% der Leistung des Kupfermotors.

Jahresversammlung der American Institution of Electrical Engineers.

Die Vereinigung hat in der letzten Juniwoche in Atlantic City ihre Jahresversammlung abgehalten.

In dem Rückblick, den der abtretende Präsident E. W. Rice Jr. hielt, hebt er hervor, daß auf dem Gebiete des Dampfturbinenbaues, insbesondere aber in der Dampferzeugung in Elektrizitätswerken Verbesserungen eingeführt wurden, durch die der thermische Wirkungsgrad der Dampfmotoren bedeutend erhöht wurde. In der Stromerzeugung und Verteilung hat man die Bedeutung der Leerlaufverluste noch mehr zu würdigen verstanden. Durch Ersparnis an Reserve-Maschinensätzen, Verbesserung des Belastungsfaktors und Mischen der verschiedensten Arten der Belastungen, sowie durch Verkupplung von Netzen ist es gelungen, die Energieausbeute um 25% zu heben. Nach der Richtung der Vereinheitlichung hin sind in Amerika in der letzten Zeit große Fortschritte gemacht worden. So wird konstatiert, daß 70% aller Kraftübertragungsanlagen mit Wechselstrom von 60 Per/s betrieben werden. Sehr ansehnlich sind die Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Öfen zur Eisen- und Stahlerzeugung,

Digitized by Google

deren Zahl im vergangenen Jahre um 40% gestiegen ist. Die Anzahl der elektrischen Öfen ist gegenwärtig fünfmal so groß als vor fünf Jahren. Rice betont nachdrücklichst die außerordentliche Bedeutung der amerikanischen Elektrizitätswerke für die Kriegsindustrie*).

Im nachstehenden soll an Hand der Veröffentlichungen in „Electrical World" ein kurzer Auszug über die wichtigsten auf der Jahresversammlung gehaltenen Vorträge gegeben werden.

Neue Energiequellen für Amerika glaubt Dr. Ch. P. Steinmetz in den vielen kleineren Wasserkräften des Landes und in der Abwärme von Dampferzeugungsanlagen zu finden, unter Verwendung von Induktionsgeneratoren als Stromquellen. Nach seinen Angaben steigt der Kohlenbedarf des Landes jährlich um 56 Mill. t und wird im Laufe des Jahres 1918 867 Mill. t erreichen; dem entsprechen ebenso viele kW-Jahre an Energie. Davon werden nach seiner Schätzung gegenwärtig 217 Mill. kW-Jahre in der Industrie verbraucht. Aus den Messungen über die Regenhöhe zwischen 30 und 50° nördlicher Breite geht hervor, daß an Wasserkraftenergie jährlich 380 Mill. kW-Jahre zur Verfügung stehen, die bei 60% Wirkungsgrad rund 230 Mill. kW-Jahre verfügbare Energie ergeben würden, das ist so viel, als gerade im laufenden Jahr für die Industrie erforderlich ist. Die modernen Wasserkraft-Elektrizitätswerke sind zufolge der vielen Hilfseinrichtungen für die Stromerzeugung zu kompliziert und für Anlagen unter 1000 PS zu teuer. Für den größten Teil der kleinen amerikanischen Wasserkräfte, die in bedeutenden Höhen über dem Meeresspiegel liegen, werden vereinfachte Einrichtungen geschaffen werden müssen, um die vielen verstreuten Wasserkräfte der Gebirgsflüsse zu sammeln und nutzbar zu machen. So könnten zum Beispiel die Niederspannungs-Sammelschienen entfallen und die Generatoren und Transformatoren direkt verbunden werden. Der hydraulische Regler kann ebenfalls entbehrt werden und der Betrieb so eingerichtet werden, daß der Generator ständig voll belastet läuft. Die größte Vereinfachung wird aber durch die Verwendung von Induktionsgeneratoren als Stromquellen in direkter Kupplung mit den Wassermotoren erzielt. Derartige Anlagen können mit automatischer Zu- und Abschaltung eingerichtet werden. Eine solche Wasserkraftanlage hat zum Beispiel die General Electrical Company in Naches, Wash., eingerichtet. Sie benötigt nur gelegentlich eine Revision**). Der Betrieb gestaltet sich wie folgt: Der Induktionsgenerator wird ans Netz angelegt und läuft als Drehstrommotor an. Dann wird das Wasser zu der Turbine zuströmen gelassen und der Generator vom Netz abgeschaltet. Seine Tourenzahl kann dabei auf den doppelten Wert der normalen ansteigen. Schließt man nun den Netzschalter, so sinkt die Geschwindigkeit herab und nimmt je nach der Leistung der Turbinen einen etwas höheren Wert als die synchrone Tourenzahl an. Hört der Wasserzufluß auf, so sinkt die Tourenzahl unterhalb der synchronen und die Maschine läuft als Induktionsmotor weiter.

Steinmetz schlägt weiter vor, die Abwärme in Fabriken, die Dampf zu Heizzwecken erzeugen, durch Einbau eines Dampfturbinenaggregates mit Induktionsgeneratoren in den Abendstunden und während des Winters, also während der Spitzenbelastung der Elektrizitätswerke, auszunutzen. Der Induktionsgenerator ist an ein bestehendes Netz anzuschließen. Auf diese Weise würde elektrische Energie als Nebenprodukt abfallen.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Luftstickstoffgewinnung für Elektrizitätswerke betont E. Kilburn Scott in seinem Vortrag. Das Verfahren der Stickstofferzeugung aus der Luft ermöglicht es, die Anlage an bestehende Elektrizitätswerke anzubauen und den Betrieb so zu führen, daß die Stickstofferzeugung eine Grundbelastung des Werkes bilden kann, so daß das letztere den Strom fast so billig abgeben kann wie ein Elektrizitätswerk mit Wasserkraftbetrieb. Als die wirtschaftlichste Energieausnutzung ist die Verwertung der Hochofengase zur Erzeugung elektrischer Energie und die Verwendung derselben im Luftstickstoffverfahren zu erachten.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß die amerikanische Regierung in der Nähe von Sheffield, Ala., zwei Stickstoffanlagen gebaut hat, von denen die eine nach dem synthetischen Ammoniakprozeß und die andere nach dem Cyanamidverfahren arbeitet. Es war ursprünglich beabsichtigt, die Wasserkräfte des Tennessee bei Muscle Shoals auszunutzen. Jedoch die Bedürfnisse der Munitionsindustrien erforderten einen rascheren Ausbau der Werke, weshalb Dampfkraftanlagen zur Stromlieferung herangezogen werden mußten. Die eine Anlage war für eine Tageslieferung von 90 t Salpetersäure gebaut; den Strom liefert die Alabama Power Company aus ihrem Wasserkraftwerk am Coosa River und aus ihrem Dampfkraftwerk in den Kohlenbergwerken am Warrior River. Die zweite Stickstoffanlage wird von der Air Nitrates Corporation gebaut und arbeitet nach dem Verfahren der American Cyanamid Company. Die Anlage wird 60 000 kW erfordern, die von einem Dampfturbinenkraftwerk geliefert werden. Für später ist die Stromlieferung aus dem eingangs erwähnten Wasserkraftwerk in Aussicht genommen. Die Regierung beabsichtigt, noch zwei Anlagen gleicher Größe in Ohio zu errichten und den Strom aus dem benachbarten Elektrizitätswerk zu beziehen.

Über einen neuen Blitzableiter (Oxide-Film Arrester) berichten Crospy Field und Dr. Ch. P. Steinmetz. Der Apparat beruht auf der Erscheinung, daß gewisse Metalloxyde, die in trockenem Zustand gute Elektrizitätsleiter sind, unter dem Einfluß hoher Temperaturen zu fast völligen Nichtleitern werden. Wenn man Bleisuperoxyd zwischen zwei Platten gibt und Strom durchschickt, so tritt an der Berührungsstelle des Oxydes mit den Metallplatten eine starke Wärmeentwicklung auf, die Temperaturen bis zu 150° C örtlich erzeugt. Dadurch bildet sich an den Platten eine dünne Schichte einer niedrigeren Oxydationsstufe des Bleies, welche nichtleitend ist und den Stromdurchgang erschwert. Es empfiehlt sich, die Platten schon vorher mit einer dünnen nichtleitenden Schicht, zum Beispiel Lack, Schellack, Öl, Wasserglas usw. zu überziehen.

In der Ausführung besteht der Blitzableiter aus zwei in 12·5 mm Abtand gebrachten Metallplatten, die mit einem isolierenden Überzug versehen sind und zwischen welchen Blei-Peroxydpulver eingebracht wird. Spannungen bis zu 300 V werden dadurch abgesperrt. Bei höheren Spannungen, zum Beispiel bei einer Blitzentladung, erfolgt der Durchschlag an einigen punktförmigen Stellen, durch welche die Entladung zur Erde abfließt. Der diesem Weg folgende Leitungsstrom bringt zufolge der hohen Stromdichte an diesen Stellen eine örtliche Erwärmung hervor, welche das Blei-Peroxydpulver dort in nichtleitende Bleiglätte verwandelt; dadurch wird der Stromfluß zur Erde unterbrochen. Es werden so viele Elektroden mit dazwischen liegendem Oxydpulver übereinandergeschichtet, bis die Gegen-EMK des Oxyd-Film-Blitzableiters gleich der normalen Spannung ist; diese kann daher nicht durchtreten. Überspannungen werden hingegen, sowie beim Aluminium-Blitzableiter, zur Erde durchgelassen. Die Platten sind zwischen einem Gestell aufeinander gereiht, mit Regenschutzdächern umgeben und oben ist ein gewöhnlicher Hörnerblitzschutz aufgesetzt.

Bei der Prüfung wurde die Entladung eines Schwingungskreises von 1200 Per/s über eine Funkenstrecke und den Blitzableiter an die Klemmen eines zu schützenden Transformators angelegt, der an ein 60 Per/s-Netz angeschlossen war. Oszillographische Aufnahmen zeigen, daß der Blitzableiter nur Spannungen bis zu 60% oder der normalen Netzspannung hindurchließ. Wird der Blitzableiter an einen zu schützenden Stromkreis ohne Funkenstrecke angelegt, so vermag er nicht nur die Überspannungen mit steiler Wellenstirn, sondern auch Hochfrequenzentladungen selbst von niederer Spannung abzuleiten.

Der neue Blitzableiter hat eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem elektrolytischen Aluminiumableiter. Der letztere erfordert bekanntlich eine dauernde Überwachung, weil er formiert werden muß und weil der Elektrolyt oft dem Einfrieren ausgesetzt ist. Ein weiterer Vorteil des Oxyd-Filmableiters besteht darin, daß er bis zur Durchbruchspannung fast gar keinen Strom durchläßt, während der Aluminiumableiter mit steigender Spannung Strom bis zu 0·4 A bei 300 V durchtreten läßt.

Stoßfunkenstrecken als Schutz gegen Überspannungswellen mit steiler Front gibt Chester T. Allcutt an. In der ursprünglichsten Form bestehen dieselben aus zwei Funkenstrecken in Reihe, deren jede von einer Drosselspule von relativ hoher Impedanz überbrückt ist. Bei normaler Frequenz sind die Impedanzen den Spannungen an den Funkenstrecken proportional. Ihre Größe ändert sich aber bei steigender Frequenz in verschiedener Weise. Die Funkenstrecke an der Spule, deren Impedanz bei Hochfrequenz größer ist, wird durchgeschlagen, so daß jetzt die ganze Netzspannung an der zweiten Funkenstrecke liegt, die ihrerseits jetzt auch durchgeschlagen wird. An Stelle dieser beiden Funkenstrecken kann eine einzige treten, wobei eine Spitzenelektrode in den Raum zwischen den beiden Funkenkugeln hineinragt und mit ihnen durch Selbstinduktion und Kapazität verbunden ist. Die Überschlagspannung bei der Stoßentladung ist kleiner als die beim Strom normaler Frequenz, bis zu Funkenstrecken zwischen kugelförmigen Funkenelektroden von fast 8 cm. Bei Hörnerelektroden nimmt die Überschlagspannung durch Stoßentladung mit wachsender Funkenstrecke zu und wird bei Funkenstrecken bei fast 8 cm größer als die des normalen Wechselstromes. Die Hauptelektroden müssen so angeordnet und geformt sein, daß die höchstmögliche Überschlagspannung für den Wechselstrom besteht. Die bisherigen Erfahrungen lehren, daß die Stoßfunkenstrecke einen wertvollen Schutz unter den ungünstigsten Bedingungen bietet.

Das Kabelschutzsystem mit Parallelleitern, das die Boston Edison Comp. eingerichtet hat, beschreibt

*) Vgl. Heft 38 d. J., Seite 429.

**) Vgl. Heft 28 d. J., Seite 270.

Digitized by Google

W. H. Cole. Es war die Entscheidung zu treffen, ob das Kabelnetz eine stärkere Isolierung oder ein zuverlässiges Sicherungssystem erhalten soll. Die Gesellschaft hat sich für den letzteren Weg entschlossen und das System der parallel geschalteten Kabelstrecken angenommen, bei dem bekanntlich das Kabel zwischen zwei Schaltpunkten in zwei Leiter geteilt ist, in deren jedem an beiden Enden die primären Netzstromwandler eingeschaltet werden; die Sekundären sind in Reihe an einen Auslösestromkreis des Schalters angelegt. Bei Verschiedenheit in der Stromführung der beiden Kabel zufolge Erdschlusses in einem derselben, tritt in der Sekundären des Stromwandlers ein die Schalterspule auslösender Strom auf. Es wurden Kabel für 15 000 V mit Papierisolation von 1·19 mm Stärke und für 25 000 V mit 1·58 mm starker Isolation bei konzentrischer Anordnung der beiden Teilleiter und bei sektorförmigen Kabelleitern für beide Spannungen mit 4 mm starker Papierisolation eingebaut. In das Kabel werden an den Enden der Teilstrecken Impedanzen eingeschaltet und die Kabelstücke in den aufeinander folgenden Strecken werden gegeneinander vertauscht.

Über die Konstruktion von Isolatoren auf Grund der von ihm angestellten Untersuchung des elektrostatischen Feldes um den Isolatorraum spricht G. J. Gilchrest. Dabei wird der Isolator so aufgestellt, daß die Meridianebene horizontal zu liegen kommt. Um den Isolator herum wird ein Kartonpapier gelegt, auf das Asbest fein verteilt gestreut wurde, die Asbestteilchen reihen sich dann in der Richtung der elektrostatischen Feldlinien aneinander*). Wie V. Karapetoff der Versammlung mitteilt, untersucht er das Feld um einen Leiter oder Isolator mittels eines Bades von geschmolzenem Paraffin, auf das Lycopodiumsamen gestreut wird; hierauf läßt man das Paraffin erhärten und erhält so ein Bild der Feldverteilung. Aus den Untersuchungen an 110 000 V-Isolatoren gibt Gilchrest Beziehungen zwischen dem Verlauf des Feldes und der besten Form der einzelnen Mäntel der Mantelisolatoren an.

Zur Verhinderung des Überschlagfeuers an den Bürsten von Gleichstrommaschinen, insbesondere Umformern, empfehlen J. J. Linebaugh und J. L. Burnham folgende bei den Umformern automatischer Unterstationen**) getroffene Einrichtung. Jeder Bürstensatz wird in einer Schachtel aus feuersicherem Isoliermaterial eingeschlossen, so daß nur auf der Kollektorseite ein schmaler Spielraum zwischen dem Schachtelrand und dem Kollektor frei bleibt. An der Innenseite der Schachtel, gegen welche zu der Kollektor umläuft, und zwar hinter der Bürste, ist eine V-förmige Schaufel aus Isoliermaterial bis knapp zur Kollektorumfläche angebracht. Oberhalb der Schaufel sind in 2·5 cm Abstand zwei Drahtgitter, ein grobes und ein feines radial gestellt, durch die hindurch der etwa zwischen den Bürsten auftretende Lichtbogen hindurchtreten muß, wobei er abreißt.

A.

Rundschau.

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Entwurf moderner Wasserkraft-Elektrizitätswerke. G. Fred. Holmboe. Durch den gewaltigen Aufschwung der elektrochemischen und elektrothermischen Industrien wurden große Kraftmengen pro Einheit der herzustellenden Erzeugnisse erforderlich, wobei die Kosten der Kraft einen wesentlichen Teil der Gesamtkosten darstellen. Dieser Anteil beträgt zum Beispiel bei gewissen elektrochemischen Industrieartikeln bis zu 90%, einschließlich Abschreibung, Erhaltung, Rohmaterial, Löhne usw., wogegen mit 50 bis 60% in sehr vielen Fällen gerechnet werden muß. Die Wasserkraftelektrizitätswerke haben sich hiebei als eine der billigsten Energiequellen erwiesen, die Billigkeit aber spielt insbesondere bei den Elektroeisen- und Stahlwerken, bei der Gewinnung von Aluminium, Karbid, Stickstoff, Gold, Blei, Zinn, Zink, Magnesium, Soda, Kali, Wasserstoff usw. eine große Rolle. Die Kosten der Wasserkraft hängen hauptsächlich von den örtlichen Verhältnissen und der Größe der Anlage ab. Die gegenwärtig ökonomischesten Anlagen sind nach Ansicht des Verfassers in der Schweiz, in Norwegen, Schweden und Finnland errichtet worden; hingegen sind die Kosten der Wasserkraft, zum Beispiel in Kanada, schon höher und in den Vereinigten Staaten noch beträchtlicher; es hängt dies vom Preis des Bodens und zum Teil auch der Maschinen ab. Hochdruckanlagen (Gefälle 300 m und mehr) sind billiger als Niederdruckwerke (Gefälle = 15 bis 30 m), weil die pro kW erforderliche Wassermenge im ersten Fall geringer ist und daher die Reservoire, Kanäle, Tunnels, Rohre usw. verhältnismäßig kleiner gehalten werden können. Es müssen aber auch die täglichen, monatlichen, jährlichen usw. Veränderungen der Wassermenge, die Reibungsverluste in den Leitungen, die Änderungen des Wasserspiegels und der Drücke in Betracht gezogen und die Turbinen in ihren Abmessungen richtig gewählt werden.

Der Verfasser bespricht zunächst die Berechnung der Nutzwassermenge, die entweder auf Grund metereologischer Beobachtungen der Regenmenge des Flußgebietes oder durch direkte Messung der Strömung im Flusse durchgeführt wird, welch letztere Art die sicherere ist. Bei beiden Methoden müssen längere Zeiträume (7 bis 8, oder besser 20 bis 25 Jahre) zu Grunde gelegt werden und die Messungen müssen sich auf das ganze Gebiet und nicht zum Beispiel bloß auf das Meerufer erstrecken. Wenn A die Fläche der Wassererfassung in km², h die Regenhöhe in m und σ die prozentuellen Sickerverluste bedeuten, so ergibt sich die wirkliche Wassermenge $Q = \sigma . \frac{A . h . 10^6}{31{\cdot}5 . 10^6}$ m³/s, wobei der Nenner die Zahl der Sekunden pro Jahr gibt und σ je nach den geologischen Verhältnissen und der Vegetation mit 0·65 bis 0·9 angenommen werden kann; oder $q = \frac{Q . 10^3}{A}$ l/s pro km². In Norwegen wird seit vielen Jahren die Regenhöhe und Wasserströmung der wichtigsten Flußgebiete gemessen und jährlich publiziert; dies ergibt dann eine Grundlage für die richtige Ermittlung der erzielbaren Kraftmengen; man kann die Wassermengen über einen Zeitraum von mehreren Jahren diagrammatisch darstellen, daraus die mittlere Wassermenge ermitteln und jene Zeiten bestimmen, in denen ein Wasseraufspeichern erforderlich ist usw. Letzteres erfolgt am besten in kleinen natürlichen Tälern oder Ausnutzung von natürlichen Teichen, kurz in der Schaffung von Reservoirs, deren Kapazität durch Dämme und Ableitungen geregelt werden kann. Tunnels und Rohrleitungen müssen nach der ökonomischesten Wassergeschwindigkeit berechnet, deren Kosten und Reibungsverluste diagrammatisch festgelegt werden; die günstigste Wassergeschwindigkeit ergibt sich zwischen 1·23 und 1·35 m/s.

Vor dem Krieg beliefen sich die Gesamtkosten einer hydroelektrischen Kraftanlage auf 5 bis 50 Pfund pro PS (am Schaltbrett des Generators), heute sind auch teuerere Anlagen rentabel.

Der Verfasser bespricht schließlich drei in den letzten 10 bis 15 Jahre errichtete Anlagen, die zu den billigsten gehören, die je gebaut wurden; in den Kosten sind weder die Erdarbeiten für die Reservoirs, noch die Entschädigungen für gestörte Wassertransporte, Fischereien usw. inbegriffen:

1. Die der Norwegischen Hydro-Electric Power Co. gehörende Svalgfos Power Station, deren Erfassungsgebiet 3100 km² und mittlere Wassermenge 100 m³/s beträgt, besitzt vier Krafteinheiten von je 10 500 PS-Zwillings-Francisturbinen, die Turbogeneratoren mit 250 U. p. min antreiben und pro Einheit 15 000 kW leisten. Der Bau dauerte von Herbst 1905 bis Oktober 1907 und kostete insgesamt 207 300 Pfd. St., das ist weniger als 5 Pfd. St. pro PS oder 7 Pfd. St. pro kW.

2. Die Anlage in Tysso (Norwegen), die ursprünglich derselben Gesellschaft gehörte, dann von Ragnvald Blakstad erworben und von diesem bedeutend vergrößert wurde, ergab bei einem Erfassungsgebiet von 378 km² und einer mittleren Wassermenge von 30 m³/s eine Gesamtleistung von 28 700 kW; sie besaß sieben Einheiten mit Peltonrädern, jede Einheit zu 4620 PS, und Dreiphasen-Turbogeneratoren mit einer Leistung von 4100 kW pro Einheit. Die Gesamtkosten der Anlage beliefen sich auf 5 Pfd. St. 10 s pro PS am Schaltbrett. Nach der 1914 erfolgten Vergrößerung kamen noch vier Einheiten mit je 12 000 kW hinzu, jede mit Doppelschaufel-Peltonturbinen, die mit Dreiphasengeneratoren gekuppelt sind. Die Kosten dieser Erweiterung betrugen trotz der bedeutend höheren Material- und Arbeitspreise nicht viel mehr als die der ersten Anlage aus der Zeit 1906 bis 1908.

3. Die Schwedische Trollhättan-Anlage*) am Gota Elf umfaßt ein Gebiet von 5570 km² mit einer spezifischen Wassermenge von 63 l/s pro km². Die Maschinen der ersten Bauperiode (1911) waren Zwillings-Francisturbinen in vier Einheiten mit je 10 000 PS, gekuppelt mit Dreiphasen-Turbogeneratoren von 11 000 kW pro Einheit. Die Anlage wurde später bedeutend erweitert. 1916 betrugen die Gesamtkosten weniger als 5 Pfd. St. pro PS.

Außerdem wird die 1916 fertiggestellte Anlage in Rjukan (Norwegen)**) erwähnt, die 240 000 PS leistet und nicht mehr als 5 bis 6 Pfd. St. pro PS kostete. Heute muß ein Preis von 10 bis 15 Pfd. St. pro PS als unterste Grenze und 20 bis 30 Pfd. St. als angemessen gelten.

Der Verfasser bezeichnet eine dauernde hydrologische Beobachtung und Messung der Seen und Flüsse eines Landes von eminenter Wichtigkeit für die richtige Beurteilung der hieraus zu erschließenden Kraftquellen. (The Electrician, 21. 6. 1918.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 21, Seite 247

**) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 586.

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 167.

**) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 24.

Digitized by Google

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Elektrische Fördereinrichtungen in den Bergwerken Südafrikas. H. H. Broughton hebt in einer eingehenden Studie über die elektrischen Fördereinrichtungen hervor, daß in den Rand Gold Minen Südafrikas die elektrischen Förderbetriebe mehr verbreitet sind als in jedem anderen Bergwerkszentrum der Welt. Den Betriebsstrom liefern die Victoria Falls and Transvaal Power Co., Ltd. und die Rand Mines Power Supply Co., die ein Gebiet von zirka 8 km Länge und wenige km Breite versorgen. Im ganzen sind vier Zentralen zur Stromlieferung herangezogen, die 21 Maschinenaggregate von zusammen 216 000 kVA enthalten. Im Verteilungsgebiet sind 63 große Transformatoren für zusammen 382 000 kVA und 321 kleine Transformatoren für 302 000 kVA Gesamtleistung aufgestellt. Die Verteilung erfolgt mit Drehstrom von 80 000 V auf 218 km oberirdische Leitungen; an dieses Netz sind Mittelspannungsnetze für 40 000, 20 000 und 10 000 V in Freileitungen von zusammen 344 km und ein Kabelnetz für 20 000 V, 80 km, angeschlossen. Niederspannungsleitungen sind auf 35 km Länge verlegt.

Der Strom wird zum Preis von 0·525 Pence pro kWh bezogen, solange der monatliche Belastungsfaktor 70% übersteigt. Drei Bergwerksunternehmungen erzeugen den Betriebsstrom selbst in Generatoren von zusammen 51 000 kW.

Abgesehen von kleineren Windenanlagen sind in dem Gebiet 143 elektrisch betriebene Fördermaschinen aufgestellt, mit der Gesamtleistung von 75 000 PS oder 520 PS im Mittel für jede Fördermaschine. Die 13 Bergwerke der Central Mining Rand Mines fördern 8·5 Mill. t Erz im Jahr und erzeugen 36% der Goldproduktion des Transvaal, bezw. 14·5% der Weltproduktion; sie verfügen über 69 elektrische Fördermaschinen.

(Nach J. H. Rider betrug die Weltproduktion an Gold im Jahre 1916 bei 95·725 Mill. Pfund Sterling, davon 41% im Transvaalgebiet. Die Goldbergwerke der Central Mining and Investment Corpor. (Ltd.) haben um 17 Mill. Pfund Sterling oder 18% der Weltproduktion erzeugt.) Bei einem Preis von 8 bis 12 sh pro t Kohle ergab nach Berechnungen von J. N. Bulkley der elektrische Betrieb der Fördermaschinen eine Verminderung der Förderlasten um 6·25 Pence pro 1 geförderte t im Vergleich zum Dampfbetrieb. Der Umbau auf elektrischen Betrieb hat die Förderung in einem Bergwerk von 15 000 auf 17 000 t im Monat gehoben, dabei konnten jährlich 8400 Pfd. St. erspart werden.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 10, 1918.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Probleme der Energieübertragung in der drahtlosen Telegraphie. C. J. de Groot, E. W. Marchant, H. Parodi. Da die von Sommerfeld-Rybczynski*) aufgestellte rein elektromagnetische Theorie der Energieübertragung zwar die Erdkrümmung berücksichtigt, im übrigen aber die beiden Medien (Luft und Erde) als homogen annimmt, was besonders für ersteres auch nicht annähernd zutrifft, und auch die Verschiedenheit des Zwischengeländes außeracht läßt, ist es begreiflich, daß viele von den tatsächlich auftretenden Erscheinungen durch diese Theorie nicht erklärt werden können. Dies gilt insbesondere für den großen Unterschied in der Übertragung drahtloser Signale bei Tag und bei Nacht sowie für die oft plötzlich auftretenden Lautstärkeschwankungen. Zur Erklärung dieser und ähnlicher Erscheinungen wird von Heaviside, Lecher, Eccles u. a. die Ionisation der Atmosphäre herangezogen. Diese ist an der Oberfläche sehr gering, nimmt nach oben hin rasch zu und erreicht schließlich in den obersten Schichten der Atmosphäre sehr große Werte, so daß dort von einer leitenden Hülle, der sogenannten „Heaviside-Schicht" gesprochen werden kann**).

Aus der von Eccles entwickelten Theorie geht hervor, daß eine elektromagnetische Welle beim Durchgang durch die derart ionisierte Atmosphäre eine Beugung im Sinne der Erdkrümmung erfährt, sowie daß diese Krümmung mit zunehmender Wellenlänge wächst. Trifft eine elektromagnetische Welle auf die Heaviside-Schicht, deren untere Begrenzung man sich als unregelmäßig vorzustellen hat, so wird sie von ihr mehr oder weniger reflektiert.

Aus den von der Niederländisch-Indischen Regierung systematisch angestellten Versuchen läßt sich nach de Groot schließen, daß tatsächlich tagsüber eine Beugung der elektromagnetischen Wellen zur Erde hin im Sinne der Theorie von Eccles eintritt, daß jedoch nachtsüber eine merkliche Beugung nicht stattfindet. Der Grenzwert der Krümmung tagsüber bei Verwendung einer Wellenlänge von 600 m ergab sich zu zirka 1000 km gleich zirka $^1/_6$ Erdradius. Hiedurch läßt sich, wenn das Gelände zwischen zwei Stationen bekannt ist, voraussagen, ob Schattenbildung auftreten kann oder nicht.

Nachtsüber ergab sich in den Tropen bei Verwendung von Vertikalantennen, als Charakteristik der normalen Nachtverbindung, die merkwürdige Erscheinung, daß für geringe Entfernung die Lautstärke schwach ist, dann mit zunehmender Entfernung rasch wächst, ein Maximum erreicht und dann allmählich wieder abnimmt. Sowohl diese Tatsache als auch das Auftreten von Verbindungen über abnormal große Distanzen nach Überwindung einer (oder mehrerer) sogenannten „stillen Zone" („freak" Verbindung) sowie die oft unverhältnismäßig großen Lautstärkeänderungen bei ganz geringfügiger Variation der Wellenlänge erklärt der Verfasser durch die Reflexion der elektromagnetischen Wellen an der Heaviside-Schicht. Diese Schichte, deren Höhe sich zu rund 200 km ergab, befindet sich bereits in der Geocoronium-Atmosphäre, in der sich auch die meisten Nordlichterscheinungen abspielen.

(Jahrb. d. drahtlosen Telegr., Bd. 12, H. 1.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 546.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 522.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die magnetischen Eigenschaften von Mangan und Manganlegierungen. R. Hadfield, C. Chéneveau und Ch. Géneau haben eingehende Messungen über die Suszeptibilität von Mangan und manganhältigen Legierungen mit der magnetischen Drehwage von P. Curie und C. Chéneveau angestellt. Die Versuchsstücke waren dabei in dünnwandigen Glasröhrchen eingeschlossen, die an außerordentlich feinen Platindrähten angehängt wurden. Als Vergleichsmaß galt die von P. Weiss und Foex mit $\varkappa = 58 \cdot 10^{-6}$ bestimmte Suszeptibilität pro Einheit der Masse von wasserfreiem Kobaltsulphat bei 20° C. Die Feldstärke in der magnetischen Wage war zwischen den Polen des hufeisenförmigen Feldmagneten von 1·235 cm² Querschnitt 1750 Gauß; schwächere Felder wurden durch magnetische Nebenschlüsse erzielt. Die Suszeptibilität der Luft wurde vernachlässigt. Temperaturunterschiede von 26° C waren ohne Einfluß auf die Messung. Die Ergebnisse der Untersuchung sind die folgenden:

Mangan wurde als Pulver und im Wasserstoff geschmolzen untersucht. Solange die Substanz kein Gas occludiert enthält, ist Mn paramagnetisch. Die Suszeptibilität bei 18° C ist $11 \cdot 10^{-6}$. Der Ferromagnetismus von gegossenem Mn wird der Gegenwart von H zugeschrieben. Ähnlich wie Elektrolyt-Mn und Elektrolyt-Fe kann es nicht wieder magnetisch gemacht werden, nachdem es bis zur Rotglut erhitzt worden ist.

Manganlegierungen. Die Suszeptibilität schwankt zwischen $17 \cdot 10^{-6}$ und $259 \cdot 10^{-6}$, sie ist unabhängig von der Feldstärke, die zwischen 320 Gauß und dem fünffachen davon betrug. Die Legierungen sind also paramagnetisch.

Die Suszeptibilität von Manganstahl hängt vom Gehalt an Mn und an C ab; sie nimmt zu wie das Verhältnis von C zu Mn abnimmt. Wenn dieses Verhältnis konstant bleibt, so wird durch andere Metalle der Legierung die Suszeptibilität erhöht. Gehalt an Nickel von 2·57 bis 19% erhöht $\varkappa$ im Verhältnis von 23:67. Ein Beisatz von 0·74% Wolfram erhöht $\varkappa$ im Verhältnis von 18:29. Auch die Beimengung von Chrom erhöht die Suszeptibilität; 3·5% Cr haben $\varkappa$ um zirka 10% vergrößert. Der Vergleich zwischen zwei Stählen, mit dem gleichen Gehalt an Mn, Ni und C, wovon der eine kein Kupfer, der andere 2·5% Cu enthielt, zeigte, daß der Cu-Gehalt $\varkappa$ um 19% erhöht. Alle bisher erwähnten Legierungen wurden bei 1050° C im Wasser gelöscht.

Gibt man zu Manganstahl, bei dem der Kohlenstoffgehalt zum Mn-Gehalt 0·01 ist, gegen 6% Si zu, so wird die Legierung stärker ferromagnetisch. Der spezifische Magnetismus dieser Legierung nimmt nach einigen Jahren um 50% zu.

(The Electrician, London, 81, Nr. 9.)

Normalzustand und Polarisation im Ferromagnetikum. Edy Velander. Der Verfasser behandelt vom Gesichtspunkt der ballistischen Permeabilitätsmessung diejenigen Abweichungen vom Normalzustande, die das entmagnetisierte Eisen bei gewissen Arten von magnetischer Behandlung erleidet und geht im Anschluß daran zur Frage der genauen Wiederherstellung des Normalzustandes über. Zur Messung wurde eine ballistische Differentialmethode verwandt, bei der die Wicklungen des Eisenringes und einer Differentialspule primär und sekundär in Reihe geschaltet wurden. Durch Verwendung einer besonderen Umschaltevorrichtung, durch eine primäre Nebenschlußschaltung sowie durch Parallelschaltung eines Kondensators zum ballistischen Galvanometer der Sekundärseite wurde das sonst bei solchen Messungen störende Zucken des Galvanometers auf ein unschädliches Maß heruntergedrückt. Abb. 1 zeigt die verwendete Schaltung mit der sich bei Verwendung von Feldstärken von 0 bis 5 Gauß eine prozentuelle Genauigkeit von Bruchteilen eines Promille erreichen ließ.

Es werden drei auch ihrer Größe nach verschiedene Einflüsse unterschieden: 1. der Polarisationseffekt, 2. die Anpassungserscheinungen, 3. die unvollständige Entmagnetisierung.

1. Polarisationseffekt. Wird das Eisen einem starken magnetischen Felde ausgesetzt und nachher die Permeabilität bei einer darunterliegenden Feldstärke gemessen, so ergibt sich ein anderer Wert als wenn man vom entmagnetisierten Zustande

Digitized by Google

ausgegangen wäre. Für die Praxis ist der prozentuale Polarisationseffekt, definiert durch $z = \frac{B_0 - B}{B_0}$ von Interesse, wobei sich der Index Null auf den Normalzustand bezieht. Abb. 2 zeigt den Verlauf desselben bei verschiedenen Polarisierungsfeldstärken. Man ersieht hieraus, daß dieser Effekt eine Erscheinung der niedrigen Induktion ist und in diesem Gebiete Veränderungen über 50% hervorzubringen vermag.

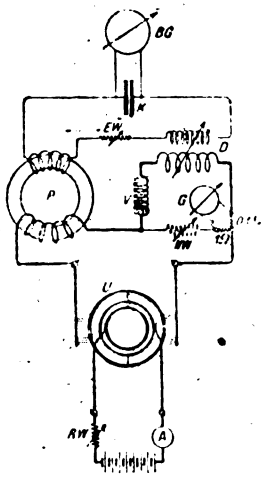


Abb. 1.

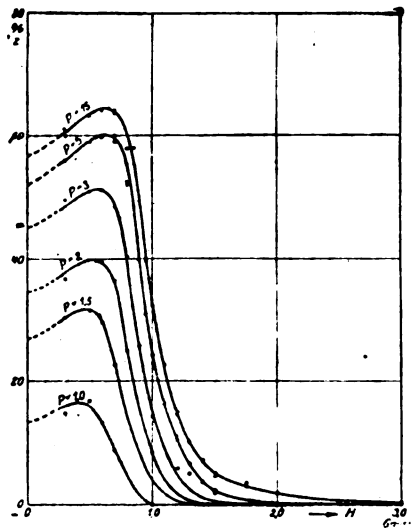


Abb. 2.

Von Wichtigkeit ist dies für das Verhalten von Stromwandlern, die ja mit kleinen Induktionen arbeiten und bei denen der Übersetzungsfehler und die Phasenabweichung durch die Veränderung der Permeabilität stark beeinflußt werden.

Der Verfasser findet einen Zusammenhang zwischen dem Polarisationseffekte und der Gans'schen reversiblen Permeabilität und kann auf Grund dieser Beziehung zeigen, daß ersterer nur von der mittleren Induktion abhängig ist. Aus dem Studium des Polarisationseffektes nach doppelter und mehrfacher Polarisierung ergibt sich die Tatsache, daß durch Polarisierungen mit abnehmender Feldstärke eine Entpolarisierung hervorgerufen wird, was für die Herstellung des Normalzustandes von Wichtigkeit ist.

2. Anpassungserscheinungen. Sie treten während des Meßprozesses durch die wiederholte Kommutierung des Magnetisierungsstromes ein und bestehen darin, daß die Größe des Galvanometerausschlages eine Funktion der Kommutierungsanzahl ist und nur allmählich einem stabilen Endwerte zustrebt. Es werden verschiedene Anpassungskurven nach einfacher, doppelter sowie unvollständiger Polarisierung mitgeteilt.

3. Unvollständige Entmagnetisierung. Wird die Normalisierung mangelhaft durchgeführt, so können bei der Permeabilitätsmessung noch Fehler von 1 bis 2% auftreten.

Als allgemeine Regeln für die Normalisierung werden folgende aufgestellt: 1. Die Entpolarisation muß mit einer Feldstärke beginnen, die größer ist als die größte Feldstärke, die früher auf das Eisen eingewirkt hat, und bis zu einer unteren Grenze getrieben werden, die kleiner ist als die bei der die Messung ausgeführt werden soll. 2. Die Stufen zwischen den aufeinander folgenden Feldstärken müssen sehr klein sein und es empfiehlt sich die B-Stufen gleich groß zu machen. 3. Die Entpolarisierung soll in einem Zuge durchgeführt werden. Die beste Entpolarisierung läßt sich durch Verwendung von Wechselstrom erreichen. Als Kennzeichen der erreichten Normalisierung dient der Übergang des Maximums der Anpassungskurve in eine horizontale Asymptote.

(Archiv f. Elektrotechnik, 6. Bd., 1918, 12. Heft.)

Strahlungslehre.

Untersuchungen über das kontinuierliche Röntgenspektrum (die Unabhängigkeit vom Antikathodenmetall). J. E. Lilienfeld. Die von einer Röntgenröhre ausgehende Strahlung besteht aus zwei Bestandteilen, dem Eigenspektrum der Atome der Antikathode und aus dem Bremsstrahlenspektrum. Von Rutherford und seinen Mitarbeitern wird angenommen, daß das Bremsstrahlenspektrum nicht allein von den von außen auf die Elektrode auffallenden fremden Elektronen, sondern auch von Atomelektronen der Antikathode beeinflußt wird. Die vorliegende Untersuchung ist der Frage gewidmet, ob die Bremsstrahlung letzten Endes von einer Schwingung der Atomelektronen herrührt. Zu diesem Versuch wurden zwei Lilienfeld-Röntgenröhren gleicher Bauart hergestellt, mit einer Antikathode aus Platin-Iridium und einer Antikathode aus Molybdän. Während beim Platin Iridium die Eigenstrahlung der Atome gerade an der Stelle liegt, wo nach Rutherford das Bremsstrahlenspektrum abbricht, liegt die Eigenstrahlung des Molybdäns bei viel längeren Wellen. Spektrogramme zeigen, daß die Rutherfordsche Annahme unrichtig ist, daß auch beim Molybdän die Bremsstrahlung in gleicher Weise entsteht wie beim Platin-Iridium und daß es nur reiner Zufall ist, wenn die Bremsstrahlenbandkante gerade in das Gebiet der Platin-Iridiumeigenstrahlung fällt. Es stellt sich ferner heraus, daß die Bremsstrahlung in ihrem intensiveren Teil nach den kürzeren Wellenlängen zu an einer scharfen Kante abbricht und daß dieser Teil der Quantentheorie gehorcht, daß aber ein zweiter weniger intensiver Anteil vorhanden ist, der wahrscheinlich der Rutherfordschen Annahme entspricht.

(Physikalische Zeitschrift, Bd. 19, S. 263, 1918.) *L.*

Ein Verfahren zur Ausschaltung der sekundären Körperstrahlen bei Röntgenaufnahmen. A. Lotzin. Zur Abblendung der sekundären Körperstrahlen hat man bisher ein weitmaschiges Plattengitter zwischen photographische Platte und Körper gesetzt. Auf den damit erzielten Aufnahmen ist aber das Bild des Gitters äußerst störend. Der Verfasser schlägt vor, das Gitter mit einem Motor zu bewegen und diskutiert, in welcher Weise die Bewegung auszuführen ist, damit das Schattenbild möglichst nicht mehr zu sehen ist. Für eine gute Wirkung kommt in Betracht: Eine richtige Auswahl des Abstandes des Brennfleckes von der Oberfläche des Gitters, die Höhe des Gitters, die Einstellung der Gitterplatten, der Abstand und die Dicke der Platten, die Bewegungsweite des Gitters und die Anzahl der Hin- und Hergänge in der Zeiteinheit. Bei richtiger Einstellung läßt sich ein guter Erfolg erzielen.

(Fortschr. auf d. Geb. der Röntgenstr., Bd. XXV, S. 326, 1918.) *L.*

Literatur-Bericht.

Flugmotoren. Von Ing. Max Schanzer, Oberleutnant der k. u. k. Luftfahrtruppen unter Mitarbeit von Ing. Stefan Balog des k. u. k. Fliegerarsenals, königl. ungar. Gewerbeinspektor. Mit 49 Abbildungen. 1918. Wien: Verlag der Waldheim-Eberle A.-G. — Leipzig: Otto Klemm.

Das vorliegende Büchlein stellt sich die Aufgabe, eine leichtfaßliche Darstellung eines Flugzeugmotors, insbesondere des 160 PS-Daimlermotors, zu geben. Manche Bemerkungen im Text würden darauf schließen lassen, daß sich das Büchlein an vollkommene Laien wendet; in Wirklichkeit setzt das völlige Verstehen der Ausführungen immerhin grundlegende Kenntnisse auf dem Gebiete des Maschinenbaues voraus.

Die Darstellung wendet sich schon nach den ersten Sätzen der Einleitung der Besprechung von Einzelheiten zu, und zwar wird mit der Luftschraube begonnen. Es wäre zweckdienlicher gewesen, zunächst an Hand einer Skizze ein flüchtiges Bild des Gesamtorganismus zu geben, denn dadurch würde Zweck und Funktion der Einzelteile dem mit dem Stoff weniger Vertrauten leichter klar geworden sein. Im übrigen ist aber die Darstellung durchaus klar und wissenschaftlich einwandfrei. Schöne Beiguter gemeinverständlicher Darstellung sind zum Beispiel die Erklärung der Wirkungsweise eines Explosionsmotors und die der Steuerungsorgane. Nur bei der Erklärung des Hochspannungs-Magnetinduktors lassen sich die Verfasser verleiten, scheinbar um die Darstellung zu vereinfachen, von der wissenschaftlichen Genauigkeit abzugehen.

Die Verfasser erklären den Transformationsvorgang, der im Anker des Induktors durch Unterbrechung der Primärwicklung auftritt, dadurch, daß sie sagen, durch diese Unterbrechung trete, ähnlich wie beim Wasserschlag in einer Rohrleitung, ein starker elektrischer Stoß auf und nun lehre das Experiment, „daß bei zwei übereinander gelegten Wicklungen, falls in der einen ein elektrischer Stoß entsteht, dieser auch in der zweiten, vollständig getrennten Wicklung auftritt; enthalte nun diese sehr viele Windungen, so addieren sich diese Stöße der einzelnen Windungen und es lasse sich auf diese einfache Art der plötzlich auftretende elektrische Druck („Spannung") der ersten Wicklung („Primärwicklung") in die „Sekundärwicklung" bedeutend verstärkt übertragen". Mit dieser populären Darstellung läßt sich nichts anfangen. Unter dem in der Primärwicklung entstehenden „elektrischen Druck" kann nur die Erscheinung der Selbstinduktion verstanden werden, aber nicht diese bewirkt ja die Transformation, sondern das mit der Abschaltung der Primärwicklung verschwindende Magnetfeld. Von diesem Feld sprechen die Verfasser aber kein Wort und so kommen sie zu einer unverständlichen, ja sogar unrichtigen Darstellung. Dabei hätten die Verfasser die Wirkung des Transformators sehr leicht klarmachen können, da sie einige Seiten vorher die Entstehung eines elektrischen Stromes durch die Wirkung eines Magnetfeldes erklärt haben.

Das Buch, das im übrigen sehr sorgfältig abgefaßt ist, wird zweifellos vielen angehenden Luftschiffern sehr willkommen sein.

Digitized by Google

Nötige Verbesserungen können ja die Verfasser bei einer folgenden Auflage leicht anbringen. Vielleicht entschließen sie sich dabei auch, manche undeutliche Figuren durch bessere zu ersetzen.

Ing. Josef Löwy.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Regulliereinrichtungen.

Regulierung von Gleichstrommaschinen und Anlagen.

(Fortsetzung von Heft 39, Seite 444.)

Man hat bereits vorgeschlagen, durch den Antriebsmotor die Arbeitsmaschine direkt innerhalb des wirtschaftlichen Bereiches der Tourenregelung antreiben zu lassen, hingegen ein Anlaßaggregat zwischen Netz und Antriebsmotor in dem Tourenbereich mit unwirtschaftlicher Regelung des letzteren zwischenzuschalten. Nach einer Erfindung der Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft erfolgt dabei die Umschaltung nicht von Hand aus, sondern selbsttätig durch ein Relais, zum Beispiel einen Spannungsmesser oder Tourenzähler. Von der Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit des Bedienungsmannes abhängige Schaltvorrichtungen werden somit erspart.

(D. R. P. Nr. 292 259.)

Für Leonardbetriebe sind Schalter mit der üblichen Maximal-Zeitauslösung nicht geeignet, weil sie bei Einstellung auf die normale Stromstärke während des Anlaufens, wo ein viel stärkerer Strom aufgenommen wird, in Tätigkeit treten können und die Dynamo abschalten würden. Um dies zu verhindern, wird die Maximal-Zeitauslösung nach der Erfindung der Voigt & Haeffner A. G. in Frankfurt a. M. von der an der Dynamo herrschenden Spannung abhängig gemacht. Es wird also der Schalter einen Strom bestimmter Stärke in normalem Betrieb eher auslösen, als beim Anlauf, wo die Dynamospannung nur sehr gering ist. Man versieht also bei Schaltern mit direkter Maximal-Zeitauslösung den Maximalmagneten mit einer Strom- und einer an den Dynamoklemmen liegenden Spannungswicklung, die sich unterstützen und den Anker erst dann anziehen, bis beide Wirkungen zusammen einen bestimmten Maximalwert erreichen. Bei indirekter Zeitauslösung wird ein Solenoid-Zeitrelais von der Dynamospannung erregt, wobei die Solenoidwicklung durch den Maximalmagneten erst angeschlossen wird.

(D. R. P. Nr. 290 979.)

Für transportable Akkumulatorenbatterien gibt die A. G. Brown Boveri & Cie. in Baden (Schweiz) eine selbsttätige Ladestation zum Laden aus einem Drehstromnetz unter Verwendung eines Umformeraggregates an. Der Umformer wird mittels eines Schalters mit Nullspannungsauslösung an das Netz angeschlossen und wenn die anlaufende Dynamo die notwendige Ladespannung erreicht hat, werden die Batterien automatisch angelegt. Ist die Batterie voll geladen, so öffnet ein an der Spannung der Batterie liegender Ladebegrenzer den Stromkreis der Nullspannungsmagneten; dadurch öffnet der den Umformer an das Drehstromnetz anschließende Schalter. Gleichzeitig wird auch der Schalter zwischen Batterie und Dynamo geöffnet. Die Schaltvorgänge finden also alle selbsttätig statt.

(S. P. Nr. 72 426.)

Die Stromaufnahme einer Batterie nimmt mit steigender Temperatur zu, und zwar bei einer Temperaturzunahme von 40° C um das 1·7fache ihres Anfangswertes. Die Regelorgane, die für konstante Spannung regeln, stellen aber, weil ihre Metallteile positiv temperaturempfindlich sind, mit steigender Temperatur auf höhere Spannung ein, was noch ungünstigere Werte ergibt. Die Erfindung der Firma geht nun dahin, die Regelorgane in negativem Sinn temperaturempfindlich zu machen, also die Ladespannung um so höher zu regulieren, je geringer die Temperatur ist. Es wird erfindungsgemäß in den Stromkreis des die Ladespannung begrenzenden Organes, zum Beispiel in die Erregerwicklung der Dynamo oder in die Reglerwicklung ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten, zum Beispiel Silit oder geschichtete Kohlenstücke, eingeschaltet. Dieser Widerstand muß in der Nähe der Batterie angebracht sein, um die Temperaturschwankungen derselben mitzumachen. (D. R. P. Nr. 300 914.)

Ernst Schröder in Halle gibt eine Einrichtung zum Laden einer größeren Anzahl von Akkumulatorenbatterien, zum Beispiel für Morseleitungen, Uhrenanlagen und Fernsprechbetrieb an. Die Erfindung besteht darin, daß die einzelnen Batterien beim Bedienen (zum Beispiel Stöpseln) einer ganz bestimmten Anzahl entsprechend geschalteter Klinken oder Schalter von den Betriebsleitungen abgeschaltet und gleichzeitig zwecks Ladung zwangsweise auf Ladestromkreise annähernd gleicher Spannung und Zellenzahl verteilt werden. Mittels Schnur und Stöpsel werden gleichzeitig entsprechende Ersatzbatterien mit einer den Betriebsbatterien gleichen Zellenzahl in die Leitungen eingeschaltet. (D. R. P. Nr. 293 500.)

Von der Concordia Elektrizitäts Akt.-Ges. in Dortmund wird eine Ladevorrichtung in Form eines Ladetisches zum Laden von Akkumulatoren, insbesondere von Grubenlampen, angegeben. Die einzelnen Akkumulatoren werden auf eine stufenförmige Tischplatte zwischen Säulen aufgestellt, an welchen die die Akkumulatoren untereinander in Reihe schaltenden Kontaktstücke verschiebbar angebracht sind. Die Kontaktstücke befinden sich am Ende einer Stange, die durch die Säule und durch den Tisch hindurchgeht. Sämtliche Stangen sind an einem einstellbaren Rahmen befestigt, der durch einen Hebel gehoben und gesenkt werden kann. Nach Einsetzen der Sammler werden durch Hochheben des Hebels die Kontaktstücke auf die Polkontakte der einzelnen Sammler gesenkt und diese dadurch hintereinander geschaltet. Nach vollendeter Ladung wird der Hebel herabgedrückt und die Kontakte gehoben, so daß die geladenen Zellen entnommen werden können. Die Kontakte werden auf den Säulen abnehmbar oder drehbar oder einzeln beweglich ausgeführt.

(D. R. P. Nr. 300 888, 303 411.)

Die Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin haben durch das D. R. P. Nr. 286 611*) eine Ladeeinrichtung für Akkumulatorenbatterien geschützt, bei der die Ladespannung durch eine Hilfsmaschine geregelt wird, auf deren Feld der Ladestrom einwirkt. Um gegen Ende der Ladung den letzteren herabzusetzen, dient ein Relais. Erfindungsgemäß wird nun das Relais dadurch ersetzt, daß die Erregung der Hilfsmaschine durch eine besondere Erregermaschine erfolgt, deren Spannung durch die der Hilfsmaschine beeinflußt wird. Die Erregermaschine arbeitet mit starker magnetischer Sättigung, um während des ersten Teiles der Ladezeit eine geringe und während des zweiten Teiles eine stärkere Abnahme des Ladestromes zu bewirken. (D. R. P. Nr. 293 652.)

Eine Regelung von Gleichstromanlagen mittels Pufferbatterien, die in Reihe mit einer Zusatzmaschine am Netz liegen, wird von der A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden, Schweiz, angegeben. Die Erregung der Zusatzmaschine wird von zwei Reglern beeinflußt. Der eine derselben steht unter dem Einfluß des gesamten Generatorstromes und hält diesen solange konstant, bis der andere Regler anspricht. Dieser steht unter dem Einfluß des Batteriestromes und verhindert, daß der Ladestrom der Batterie ein gewisses Höchstmaß überschreitet. Dem Entladestrom der Batterie werden durch den Regler keine Grenzen gesetzt, was dadurch erfolgt, daß der Regler mittels einer Spannungsspule polarisiert ist.

(D. R. P. Nr. 293 856.)

Aus der umfangreichen Patentliteratur aus der Fahrzeug- oder Zugbeleuchtungstechnik mit von der Wagenachse angetriebener Dynamo und ihr parallel geschalteter Batterie seien einige neuere Erfindungen angeführt. Zur Konstanthaltung der Spannung der mit stark veränderlicher Tourenzahl laufenden Dynamo ordnet die Firma Ehrich & Graetz in Berlin eine Federkupplung zwischen dem Antrieb und der Dynamowelle an, wobei eine in der Kupplung angebrachte Magnetwicklung bei bestimmter Erregung der Federkraft entgegenwirkt und die Kupplung öffnet. Die Magnetwicklung ist über einige Aluminiumzellen an den von der Dynamo gespeisten Stromkreis gelegt. Wenn die Spannung der Dynamo einen bestimmten, von den Al-Zellen gesperrten Wert übersteigt, so tritt ein starker Strom auf, der die Magnetwicklung erregt, so daß diese die Federkraft der Kupplung aufhebt, die Drehzahl der Dynamo sinkt und damit auch deren Spannung. Arbeitet die Dynamo mit einer Batterie zusammen, so kann die Kupplung durchaus eine elektromagnetische sein. Der Kupplungsmagnet liegt an den Klemmen von Dynamo und Batterie. Sinkt die Dynamospannung unter der der Batterie, so daß letztere Strom in die Stromerzeugungsanlage liefern könnte, so wird durch einen Rückstrommagneten der Kupplungsstrom geschwächt oder ausgeschaltet, mithin die Dynamo von ihrem Antrieb getrennt. Steigt die Dynamospannung aber an, so wird nach obigem die Kupplung durch Erregung des Entkupplungsmagneten geöffnet.

(D. R. P. Nr. 294 165.)

Aus Abb. 7 ist die normale Schaltung einer Zugbeleuchtungseinrichtung ersichtlich. Die Dynamo 2 wird durch einen Schnellregler 1, der periodisch einen Widerstand im Erregerstromkreis einschaltet und kurzschließt, geregelt. Die Dynamo wird über den Selbstschalter 3 mit Nebenschluß- und Hauptstromwicklung an die Lampen 5 und die diesen parallele Batterie 4 angelegt, wenn die Dynamospannung größer ist als die der Batterie. Wenn aber die Dynamo bei ausgeschaltetem Schalter 6 direkt auf die Lampen ohne Unterstützung durch Batteriestrom arbeiten muß, so tritt ein starker Stromstoß auf der einen großen Spannungsabfall bewirkt; dies hat das Herausfallen des Selbstschalters zur Folge. Die hierauf ansteigende Spannung der Dynamo bringt ihn wieder in die Einschaltstellung. Dieses von starken Funken begleitete Spiel des Einschaltens und Wiederausschaltens wird nach einer Erfindung der Firma Quast & Co. in Berlin vermieden, wenn man dem Selbstschalter 3 mittels Schalter 8 einen Widerstand 7 parallel legt. Dieser Widerstand verhütet nicht nur die an den Schalterkontakten auftretenden Funken, er setzt auch die Belastung der Dynamo, da er vor den Lampen liegt, auf einen so niedrigen Wert herab, daß spannungserniedernde und den Schalter öffnende Stromstöße nicht auftreten und andererseits die auf die Lampen (ohne Batterie) geschaltete Dynamo beim Anlaufen sich sicher erregt.

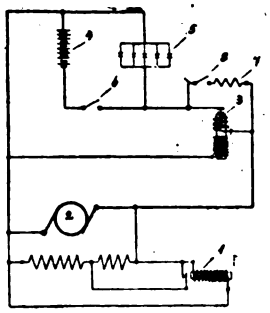


Abb. 7.

(D. R. P. Nr. 293 984.)

Der Maschinenfabrik Oerlikon wurden eine Anzahl Patente auf Fahrzeugbeleuchtungseinrichtungen erteilt. Um zu bewirken, daß der Selbstschalter immer im richtigen Moment betätigt wird und dadurch die Spannungsschwankungen im Netz im Augenblick des Zuschaltens der Dynamo vermindert werden, schlägt die Firma die elektrische Verriegelung des Selbstschalters mit dem Spannungsregler vor. Dies geschieht dadurch, daß der Selbstschalter mit seiner Erregerwicklung dem Erregerwiderstande oder dem durch den Schnellregler periodisch eingeschalteten und kurzgeschlossenen Teil desselben zu Zeiten des Arbeitens des Schnellreglers parallel geschaltet ist.

(D. R. P. Nr. 295 834.)

(Fortsetzung folgt.)

*) E. u. M. 1916, Seite 458.

Digitized by Google

Vereins-Nachrichten.

Chronik des Vereines.

(Fortsetzung von Heft 10, Seite 123.)

4. Februar 1918. — Sitzung des Komitees für die Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung von Vereinheitlichungsvorschlägen.

6. Februar 1918. — Vereinsversammlung (gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie). Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Vortrag des Herrn Ing. P. Poschenrieder: „Die Elektrisierung der Vollbahnen in Deutschland, Schweden und Norwegen". (Der Vortrag ist im Heft 12 d. J. veröffentlicht.)

13. Februar 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft.

13. Februar 1918. — Ausschußsitzung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der Ausschußsitzung vom 15. Jänner 1918. 2. Einlauf. 3. Festsetzung des Termines und der Tagesordnung für die diesjährige ordentliche Generalversammlung. 4. Komiteeberichte. 5. Gehaltserhöhungen. 6. Verschiedenes. 7. Aufnahme neuer Mitglieder.

21. Februar 1918. — Vereinsversammlung (gemeinsam mit den Fachgruppen für Elektrotechnik und der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure des Österr. Ing. u. Arch.-Vereines, der Vereinigung österr. Elektrizitätswerke und dem Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie). Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Vortrag des Herrn Sektionschef Dr. A. v. Krasny über „Der Entwurf eines Gesetzes über die Elektrizitätswirtschaft". (Der Vortrag ist im „Sonderheft" veröffentlicht.)

1. März 1918. — Ausschußsitzung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der Ausschußsitzung vom 13. Februar 1918. 2. Einlauf. 3. Bericht des Sekretärs über die Vereinstätigkeit des abgelaufenen Vereinsjahres. 4. Bericht des Kassaverwalters über den Rechnungsabschluß von 1917 und den Voranschlag von 1918. 5. Verschiedenes. 6. Aufnahme neuer Mitglieder.

6. März 1918. — Vereinsversammlung (gemeinsam mit dem Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie). Vorsitzender der Vizepräsident des Wasserwirtschaftsverbandes Herr Hofrat Professor C. Hochenegg. Vortrag des Herrn Ing. H. v. Verebely über „Elektrischer Vollbahnbetrieb in Italien". (Ein Auszug aus diesem Vortrag wird demnächst erscheinen.)

8. März 1918. — Sitzung des Komitees für technische Angelegenheiten. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Abgabe eines Gutachtens betreffend Verwendung von legiertem Eisen für Widerstände. 2. Berichterstattung unserer Delegierten über ihre Enquête betreffend Neuregelung des Dampfkesselwesens.

15. März 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft.

19. März 1918. — Vereinsversammlung (gemeinsam mit den Fachgruppen für Elektrotechnik und der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure des Österr. Ing. u. Arch.-Vereines, der Vereinigung österr. Elektrizitätswerke und dem Wasserwirtschaftsverband der österr. Industrie). Vorsitzender Herr Ministerialrat Ing. E. Scheichl. Diskussion über den Elektrizitätsgesetzentwurf.

21. März 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: wie vor.

28. März 1918. — XXXVI. ordentliche Generalversammlung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. (Das Protokoll der Generalversammlung ist im Heft 16, Seite 194, erschienen.) Hierauf Fortsetzung der Diskussion über den Elektrizitätsgesetzentwurf unter dem Vorsitze des Herrn Ministerialrat Ing. E. Scheichl.

3. April 1918. — Vereinsversammlung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Vortrag des Herrn Dr. G. Grossmann über „Strahlung, Elektrizität und Materie." (Der Vortrag ist in den Heften 36, 37 d. J. erschienen.)

8. April 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft.

1. Mai 1918. — Ausschußsitzung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der Ausschußsitzung vom 1. März 1918. 2. Einlauf. 3. Bestimmung der Mitglieder der ständigen Komitees. 4. Verschiedenes. 5. Aufnahme neuer Mitglieder.

3., 7., 14. Mai 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft.

24. Mai 1918. — Sitzung des Komitees für die Vereinheitlichung der Periodenzahl und der Spannungen. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung von Vereinheitlichungsvorschlägen.

27. Mai 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Beratung des Gesetzentwurfes über die Elektrizitätswirtschaft.

11. Juni 1918. — Ausschußsitzung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der Ausschußsitzung vom 1. Mai 1918. 2. Einlauf. 3. Beschlußfassung über das Gutachten zum Elektrizitätsgesetzentwurf; Berichterstatter Herr Hofrat Professor Schlenk. 4. Bericht des Sonderkomitees über die Beratungen betreffend Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen; Berichterstatter Herr Direktor Kallir. 5. Bericht des Geschäftsführers. 6. Verschiedenes. 7. Aufnahme neuer Mitglieder.

18. Juni 1918. — Sitzung des Elektrizitätsgesetz-Komitees. Vorsitzender Obmann Herr Hofrat Professor Schlenk. Tagesordnung: Besprechung des Gutachtens des Vereines über den Elektrizitätsgesetzentwurf.

18. Juni 1918. — Ausschußsitzung. Vorsitzender Präsident Herr Direktor v. Sääf. Tagesordnung: 1. Verifizierung des Protokolls der Ausschußsitzung vom 11. Juni 1918. 2. Einlauf. 3. Beschlußfassung über die Denkschrift zum Gesetzentwurf über die Elektrizitätswirtschaft. (Siehe „Sonderheft".)

Neue Mitglieder.

Zakula Vojislav, Baurat, Sarajevo,
Duchac Anton, Elektrizitätswerksbesitzer, Barau,
Müller Otto, Konstrukteur, Kladno,
Ebhart Johann, Betriebsleiter, Fehring,
Müller Robert, Ing., Hamburg,
Direktion d. Westgaliz. Überlandzentralen A. G., Siersza-Wodna,
Jubiläums-Elektrizitäts-Werk der Marktgemeinde Hohenberg,
Jüngling Karl, techn. Beamter, Witkowitz,
Wollmann Heinrich, Elektroingenieur, Oberleutensdorf,
Elektrizitätswerk „Ostböhmen", Trautenau,
Mengemann Gustav, Oberleutnant, dzt. im Felde,
Biel August, Ing., Wien,
May Rudolf Aug., Elektroinstallateur, Böhm.-Kamnitz,
Tilkowsky Rudolf, Oberleutnant i. d. Res., Ober-Fellach,
Rach Max, Elektromonteur, Trifail,
Reich F. A., Ing., technischer Direktor, St. Gotthard,
Lahoda Rudolf, Elektrotechniker, Wien,
Grann Richard, Ingenieur, Wien.

Exkursionsprogramm für die Besichtigung der Überlandzentrale Ebenfurth.

Donnerstag, den 17. Oktober 1918, nachmittags.

Abfahrt Wien- Südbahnhof (Pottendorfer-Linie) um 12^{05} mittags; die Fahrkarte nach Ebenfurth und zurück hat jeder Teilnehmer selbst zu lösen.

Zusammenkunft der Teilnehmer nach Ankunft in der Station Ebenfurth (1^{16} nachmittags).

Fußweg zur Überlandzentrale Ebenfurth (Gehzeit 5 min). Besichtigung der Anlagen der Überlandzentrale; Eintrittskarte und Besuchsordnung wird den Teilnehmern an Ort und Stelle überreicht werden.

Fahrt mit der Werksbahn nach Neufeld (Ungarn). Besichtigung der Neufelder Tagbauanlagen der „Braunkohlengewerkschaft Zillingsdorf".

Fußwanderung zurück zum Bahnhofe Ebenfurth (Gehzeit 30 min). Abfahrt von Ebenfurth um 6^{22} abends, Ankunft in Meidling-Südbahn 7^{21} bezw. Wien-Südbahnhof 7^{42} abends.

Zur gefl. Beachtung: Jene Herren Mitglieder, welche die Teilnahme bis nun nicht angemeldet haben, jedoch sich zu beteiligen beabsichtigen, wollen ihre Anmeldung bis spätestens Dienstag, den 15. Oktober d. J. dem Vereinssekretariat (Wien VI, Theobaldgasse 12) übermitteln.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
20. Oktober 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 42.
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Remanenz bei Anlaßdynamos und ihre Bekämpfung. Von Dr. Arthur Mandl, Wien 469
Rundschau 472
Chronik 473
Literatur-Bericht 474
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 475
Briefe an die Schriftleitung 476

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Remanenz bei Anlaßdynamos und ihre Bekämpfung.

Von Dr. **Arthur Mandl**, Wien.

1. Das Feld einer Gleichstrommaschine setzt jeder Änderung seiner Stärke einen Widerstand entgegen. Diese magnetische Trägheit verzögert bei Generatoren, die in ihrer Spannung regulierbar sein sollen, jeden Reguliervorgang. Die magnetische Trägheit bedingt aber auch sehr unerwünschte Ungenauigkeiten im erregten Feld in Abhängigkeit vom Erregerstrom, die z. B. bei Leonardschaltung das Einstellen einer bestimmten kleinen Tourenzahl ohne besondere Vorkehrungen unmöglich machen. Zweck dieser Arbeit ist es, kurz die Umstände zu besprechen, welche die magnetische Trägheit bedingen und jene Einrichtungen einer vergleichenden Kritik zu unterziehen, die getroffen wurden, um die schädlichen Einflüsse auf die Genauigkeit der Regulierung zu mildern oder zu beseitigen.

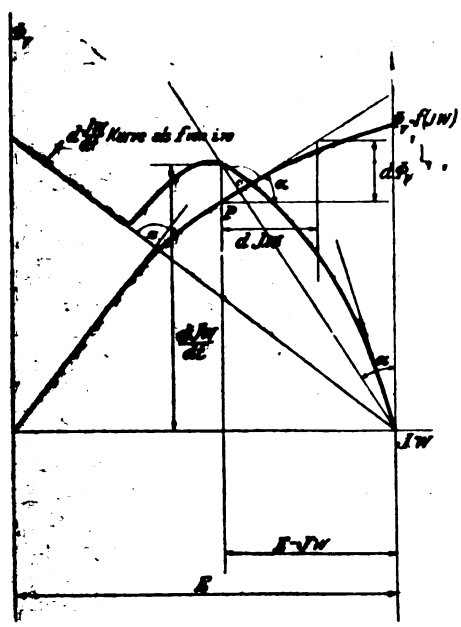


Abb. 1.

Die Kraftflußbahnen von Gleichstrommaschinen sind sehr eisenhältig. Die Sättigung wird immer so weit getrieben, daß es nicht mehr zulässig ist, den Luftspalt allein als Sitz des magnetischen Widerstandes anzusehen. Durch diese notwendige Rücksichtnahme auf das Eisen wird die Erscheinung eine wesentlich kompliziertere als bei der Luftdrosselspule. Die Verschiedenartigkeit des magnetischen Kreises (Luftspalt), die Streuung (magnetischer Nebenschluß durch die Luft), die Änderung der Leitfähigkeit des Eisenkreises (Sättigung), die Remanenz sowie die Wirbelstrombildung im Eisen komplizieren den an und für sich so einfachen Vorgang. Alle diese Einflüsse lassen sich auch quantitativ leicht verfolgen. In Abb. 1 ist die normale Sättigungskurve gezeichnet. Als Ordinaten sind die streuungslosen Kraftflußverkettungen Φ_v, als Abszissen die Ohmschen Abfälle des Erregerstromes $J \cdot w$ aufgetragen.

Da

$$E - J \cdot w = \frac{d\Phi_v}{dt} = \frac{d\Phi_v}{dJ_w} \cdot \frac{dJ_w}{dt} = \frac{dJ_w}{dt} \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

so wird

$$\frac{dJ_w}{dt} = \frac{E - J_w}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Die Konstruktion von $\frac{dJ_w}{dt}$ in Abhängigkeit von $J \cdot w$ ist in Abb. 1 durchgeführt. Der Verlauf dieser Funktion für die einzelnen Fälle zeigt, was qualitativ ohne weiteres zu begreifen ist: Die Remanenz wirkt verzögernd nur in nächster Umgebung des Punktes $J_w = 0$ bezw. $\Phi_v = 0$. Die Streuung kann durch Verdrehen der J_w-Achse leicht berücksichtigt werden, sie kommt erst bei großen Stromstärken verzögernd zur Wirkung. Der den Stromanstieg beschleunigende Einfluß eines zusätzlichen Luftspaltes wird durch eine Verdrehung der Φ_v-Achse (Scherung) dargestellt. Er nimmt mit zunehmender Sättigung ab. Günstig wirkt ein zusätzlicher Luftspalt auch insoferne, als durch ihn das Remanenzfeld verringert wird. Die AW, die im Eisen bei ausgeschaltetem Erregerstrom stecken, haben dann einen größeren Luftspalt zu überwinden.

Einen sehr großen Einfluß auf die Raschheit der Regulierung hat die Lamellierung des ganzen Eisenkreises; Anlaßdynamos, die in ihrer Spannung elastisch sein sollen erhalten deshalb Pole und Joche aus Blechen. Man kann sie mit Nuten versehen und in diesen durch eine verteilte Kompensationswicklung den Einfluß der Belastung auf die Spannung der Anlaßdynamo (Ankerreaktion) verhindern.

Es seien jetzt jene Einrichtungen besprochen, welche die Remanenz bekämpfen. Aus ihrer großen Zahl werden im folgenden nur solche herausgegriffen, die das Wesentliche der betreffenden Gruppe besonders deutlich zeigen. Die Remanenzspannung beträgt 5 bis 10% der vollen Spannung, die dem Fördermotor somit bei ausgeschalteter Dynamoerregung zugeführt werden. Die Wirkung der Remanenz kann geschwächt oder vernichtet werden durch Wechselstrommagnetisierung (magnetische Erschütterung des ganzen Kreises), durch örtliche Ablenkung des Remanenzfeldes und durch Gegenerregung. Hieher gehören als letzte Gruppe noch die Genauigkeitsschaltungen, welche die Remanenz der Hauptdynamo bestehen lassen, ihre Wirkung jedoch durch Anwendung einer eindeutigen und richtigen Kontrollspannung bekämpfen.

2. Nach dem Ö. P. Nr. 50581 (Krupp in Essen) erhält das Joch eine vom Wechselstrom magnetisierte Wicklung, die im Eisen ein Wechselfeld erzeugt, das mit

Digitized by Google

dem Anker nicht verkettet ist, wie dies zum Beispiel Abb. 2 zeigt. Dieser Wechselfluß bewirkt ein Pulsieren des gesamten Kraftflusses in den beiden Jochhälften. Die Folge davon ist, daß je in der linken und rechten Jochhälfte eine Hysteresisschleife um den durch die Gleichstromerregung gegebenen Mittelwert beschrieben wird, und zwar schwingen die beiden Hälften in Gegenphase. Man erhält auf die Art für das den Luftspalt passierende Feld die Punkte auf der jungfräulichen Kurve. Abb. 2 zeigt zwei solche Hysteresisschleifen. $a\,a'$ und $b\,b'$ sind je gleichzeitige Werte von Φ_v in den beiden Jochhälften. Der Mittelwert entspricht ziemlich genau der Strecke m—o.

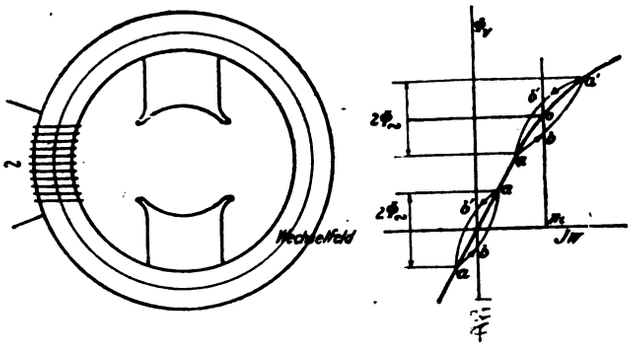


Abb. 2.

Wesentlich ungünstiger ist es, diese Wechselstromwicklung auf den Hauptpolen selbst anzubringen. Man unterwirft damit den magnetischen Hauptkreis der periodischen Schwingung. Die Rückwirkung auf die Fremderregung kann durch eine vorgeschaltete Drosselspule verhindert werden, die allerdings die magnetische Trägheit erhöht. Unangenehmer ist die ebenfalls transformatorische Einwirkung auf die Ankerbürsten.

3. Die örtliche Ablenkung des Remanenzfeldes bezweckt das D. R. P. Nr. 233235 der Siemens-Schuckert-Werke. Die Polschuhe benachbarter Hauptpole werden durch magnetische Brücken von geringem Querschnitt miteinander verbunden, um den Remanenzkraftfluß am Anker vorbeizuleiten, die Remanenz AW also kurzzuschließen. Bei normalem Feld sättigen sich diese Brücken schon mit einem geringen Kraftfluß, der dann allerdings die Streuung des Hauptfeldes vergrößert.

Hieher gehört auch die im D. R. P. Nr. 226873 (Ö. P. Nr. 51036)*) der Aktien-Gesellschaft Brown-Boveri & Cie. in Baden beschriebene Schaltung, bei welcher die Umschaltung der Hälfte der Hauptpole erfolgt, nachdem man den Erregerstrom bis in die Nähe des Nullwertes heruntereguliert hat. Dann erst darf wegen der sonst auftretenden hohen Selbstinduktionsspannung die eine Hälfte der Hauptpole „umgedreht" werden. Man muß nun in dieser Schaltung bis in die Nähe des Punktes P der Abb. 3 erregen, in welchem der Einfluß der Remanenz erst ganz verschwindet. Bei dem sehr kleinen Erregerstrom J_o, bei welchem die Umschaltung erfolgen darf, würden sich am Nord- bezw. Südpol die Felder Φ_N bezw. Φ_S ergeben. Da Φ_N wesentlich größer als Φ_S ist, wäre damit noch kein Vorteil erzielt.

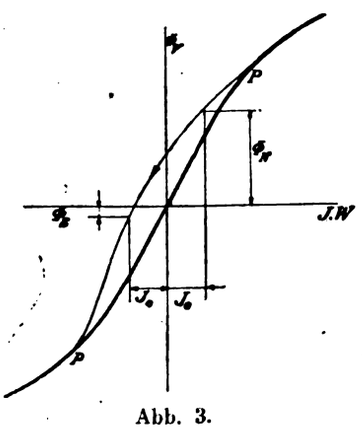


Abb. 3.

*) E. u. M. 1911, Seite 786.

4. Der Grundgedanke der Gegenerregung liegt der „Selbstmord"-Schaltung der Siemens-Schuckert-Werke zugrunde. Wie Abb. 4 zeigt, wird nach dem Ausschalten des Feldes (Stellung V des Regulators) der Anker über das

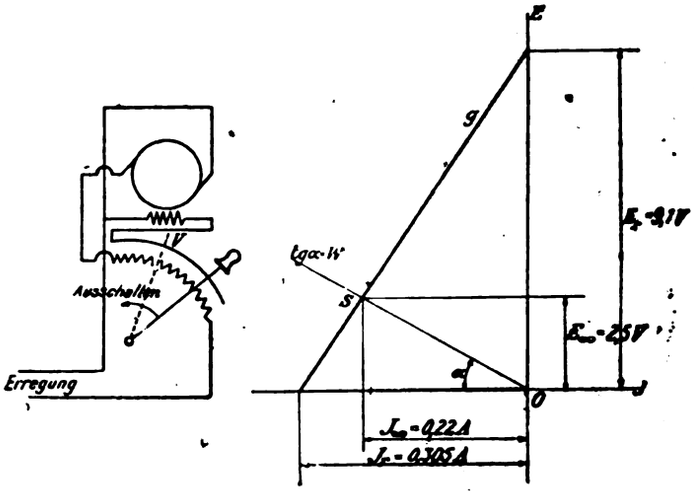


Abb. 4.

umgeschaltete Feld kurzgeschlossen, so daß der durch den remanenten Magnetismus entstehende Strom der Remanenz entgegenwirkt. In Abb. 4 bedeutet g die durch die Remanenz bedingte Leerlaufcharakteristik der Anlaßdynamo. Die Annahme der Geradlinigkeit des Stückes der Leerlaufcharakteristik zwischen $J = 0$ und $J = J_r$ ist sehr genau. J_r ist der für die Spannung 0 erforderliche Gegenerregungsstrom. Zieht man durch 0 eine Widerstandsgerade w, so daß $\frac{E_\infty}{J_\infty} = tg\,\alpha = w$ dem Widerstand des ganzen Kurzschlußkreises, so stellt der Schnittpunkt S dieser Geraden mit g schon den stationären Endzustand dar. Dieser Versuch wurde an einer Dynamo für 160 kW, 300 U. p. min, 220 V ausgeführt. Die Leerlaufcharakteristik hat sich, wie in Abb. 4 gezeichnet, ergeben. Die Remanenzspannung beträgt hier also $E_r = 9{\cdot}1$ V. $J_r = 0{\cdot}305$ A. Der Widerstand des Kurzschlußkreises wurde mit $W = 11{\cdot}3\,\Omega$, der stationäre Endzustand zirka 1 s nach dem Kurzschluß mit $J_\infty = 0{\cdot}22$ A, $E_\infty = 2{\cdot}5$ V gemessen. Rechnungsmäßig sollte sein

$$J_\infty = \frac{J_r E_r}{E_r + J_r w} = \frac{0{\cdot}305 \,.\, 9{\cdot}1}{9{\cdot}1 + 0{\cdot}305 \,.\, 11 \,.\, 3} = 0{\cdot}222\,\text{A}.$$

Die Remanenzspannung wird also in diesem Falle durch die Selbstmord-Schaltung auf zirka ein Viertel ihres normalen Wertes reduziert.

Einen Schritt weiter als die Selbstmord-Schaltung geht die Anordnung nach dem D. R. P. 292164 der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Hier wird ein eigenes Relais von der Remanenzspannung betätigt, das die Gegenerregung einschaltet und bei einem Bruchteil von E_r wieder unterbricht. Die Höhe der Gegenerregung und damit das Tempo des Spannungsabfalles ist damit in gewissen Grenzen regulierbar.

Es sei ganz kurz die Bedeutung der Remanenzvernichtung an einem Beispiel gezeigt: Bei einer Förderanlage wurde bei Förderung „voller Hunt nach abwärts, leerer Hunt hinauf" eine zu hohe Aufsetzgeschwindigkeit beanständet. Es lag zunächst der Gedanke nahe, den Förderhebel automatisch früher in die Nullage zurückziehen zu lassen. Das hat jedoch den großen Nachteil,

Digitized by Google

daß der Förderhebel bei der Förderung „voller Hunt hinauf, leerer Hunt nach abwärts" zu früh ausschaltet. Der Maschinist muß jetzt weiter Erregung geben, was ihm nur unter ziemlichem Kraftaufwand durch Zusammenpressen der starken Federn möglich ist, die eine kleine Hebelausladung unabhängig von der automatischen Steuerung zulassen. Durch dieses zu früh erfolgende Ausschalten entstehen aber zweierlei Nachteile: Die Förderung dauert durch das Kriechen des Fördermotors übermäßig lange und strengt den Maschinisten sehr an. Hier konnte durch das vorerwähnte Patent volle Abhilfe geschaffen werden. Die Geschwindigkeit der Förderschale (Ordinaten)

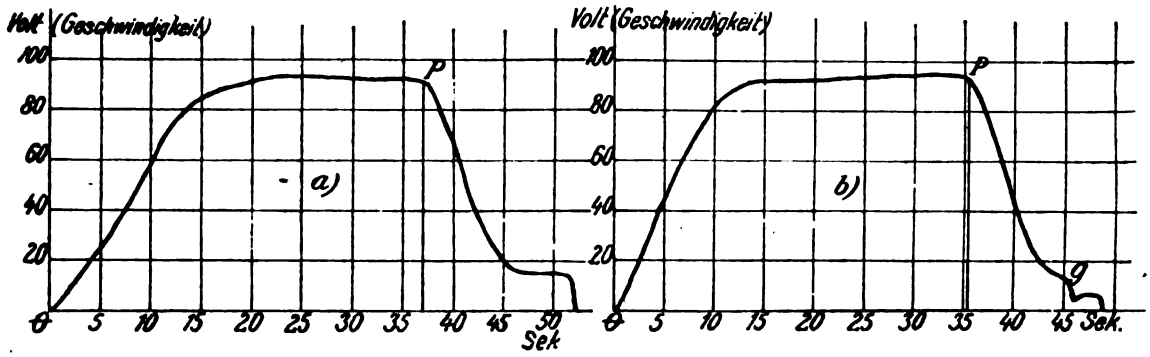


Abb. 5.

wurde als Funktion der Zeit (Abszissen) mit einem funkenregistrierenden Voltmeter aufgenommen. Abb. 5a entspricht dem zuerst erwähnten Fall „voller Hunt nach abwärts, leerer Hunt hinauf" ohne Gegenerregung, Abb. 5b derselben Förderung mit Gegenerregung, die bei q zur Wirkung kommt. Bei der Förderung nach Abb. 5b konnte der Förderhebel mit der Ausschaltung näher der Hängebank beginnen (größere Verzögerung), da durch die Gegenerregung die kleine Aufsetzgeschwindigkeit sicher gewährleistet ist. Das erklärt auch den kleineren Ausschaltweg (Diagrammfläche von P an). Die Zeit für diese Förderung wurde dadurch trotz der kleineren Aufsetzgeschwindigkeit verringert.

5. Eine Kontrollspannung kann, wie im Ö. P. Nr. 44337*) der Siemens-Schuckert-Werke beschrieben, durch eine kleine Dynamo d gegeben werden, die mit dem Fördermotor gekuppelt ist (Abb. 6) und einen regulierbaren

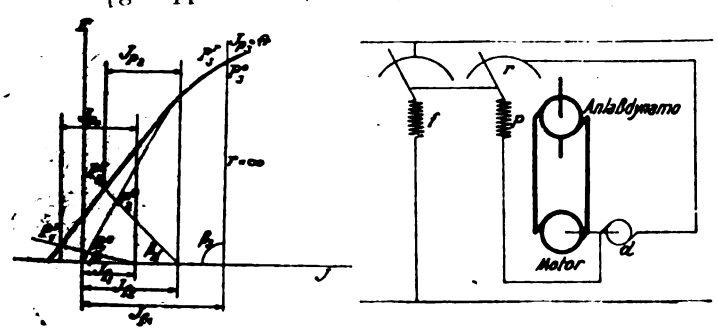
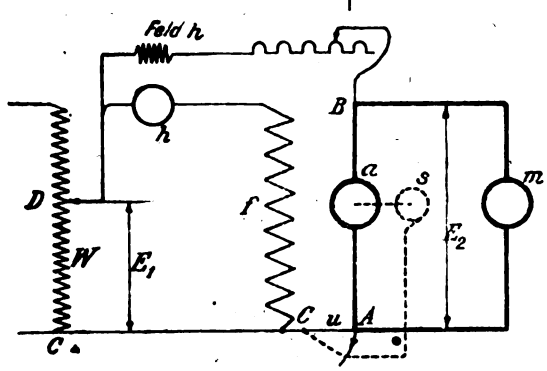


Abb. 6.

Widerstand r vor das Gegenfeld p erhält, der immer größer wird, wenn der Regulierwiderstand des Hauptfeldes f kurzgeschlossen wird. Die Wirkungsweise der Schaltung erhellt aus Abb. 6. J_f ist der Erregerstrom im Hauptfeld f, J_p ist der Gegenerregungsstrom. Die Spannung der kleinen Dynamo d ist der Tourenzahl des Fördermotors und damit auch der Spannung der Anlaßdynamo P_r (r Remanenz) proportional. $\operatorname{tg}\beta = \frac{P_r}{J_p}$ ist also ein Maß für den Widerstand im Kreise p, der r enthält. Bei kleinem Strom wählt man r sehr klein, damit werden tg β und β sehr klein und man kann so eine beliebige Annäherung der Spannung P_r an P_0 (auf der jungfräulichen Kurve) erreichen. Mit zunehmender Spannung werden r und damit tg β, wie in Abb. 6 gezeichnet, immer größer.

Hieher gehört auch die Schaltung der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft nach dem D. R. P. Nr. 229027*). In Abb. 7 bedeuten a die Anlaßdynamo, m den Fördermotor, w einen Widerstand, der an konstanter Spannung liegt und von dem mit einem beweglichen Kontakt die Kontrollspannung E_1 abgenommen wird, h eine Hilfsmaschine, f das Feld



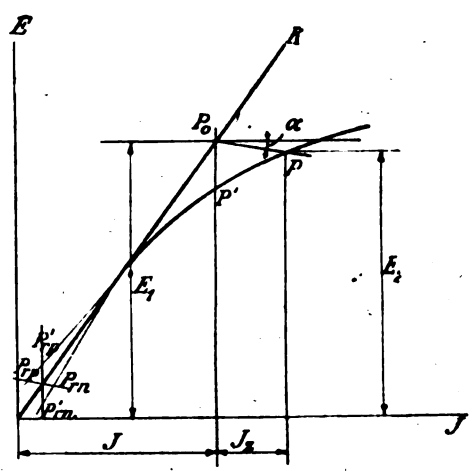


Abb. 7.

der Anlaßdynamo und E_2 deren Spannung. Wenn nun $E_1 = E_2$ ist, dann ist das Feld von h stromlos und h erzeugt keine Spannung. Der Erregerstrom von f wird in diesem Falle lediglich von E_1 bedingt. K in Abb. 7 stellt die Widerstandsgerade von f dar. Bei irgend einem Erregerstrom J würde infolge der Remanenz oder Sättigung die Spannung P' erreicht werden. Die Differenz $P' P_0 = \Delta E$ treibt nun einen zusatzlichen Strom über f; dadurch steigt auf der Sättigungskurve die Spannung bis E_2. P muß jedoch immer um den Ohmschen Abfall im Feld h tiefer liegen als P_0. J_z sei der zusätzliche Magnetisierungsstrom in f, $k \cdot J_z$ (bei geradliniger Leerlaufcharakteristik von h) der Erregerstrom im Feld h; dann muß sein: Spannung $\frac{P_0 - P}{k J_z} = W_h$ (Widerstand im Nebenschluß h) $= \operatorname{tg}\alpha$. In gleicher Weise ergeben sich bei Vorhandensein einer Remanenz (positiv oder negativ) die Punkte P_{rp} bezw. P_{rn} statt P'_{rp} bezw. P'_{rn}, wie sie ohne Genauigkeitsschaltung zu erwarten wären. Wie leicht

*) Identisch mit D. R. P. Nr. 255293. Siehe E. u. M. 1918, Seite 418.

*) Identisch mit Ö. P. Nr. 51519. Siehe E. u. M. 1912, Seite 343.

Digitized by Google

ersichtlich, ist die Genauigkeit um so größer bezw. bei den kleineren Tourenzahlen die größtmögliche Abweichung in der Dynamospannung bei ein und derselben Regulatorstellung um so kleiner, je kleiner α, das heißt je geringer der Spannungsabfall im Feld h wird.

Durch eine kleine Modifikation dieser Schaltung kann man, wie im Zusatzpatent D. R. P. Nr. 232041 angegeben, die Remanenz der Erregermaschine durch eine dauernde Wechselstrommagnetisierung bekämpfen. Man legt den zwischen A und C gezeichneten Umschalter U in die gestrichelte Stellung, unterbricht also zwischen A—C und verbindet den Punkt C mit dem Schleifring s. Wählen wir wieder den Punkt A als Spannungsnullpunkt, so schwingt das Potential von C sinusförmig zwischen 0 und E_2. E_1 wird hier gleich $\frac{E_2}{2}$ gewählt, der Punkt D schwingt also im Gleichgewichtsfalle mit der Amplitude $\frac{E_2}{2}$ sinusförmig um den Mittelwert E_2, das Potential des

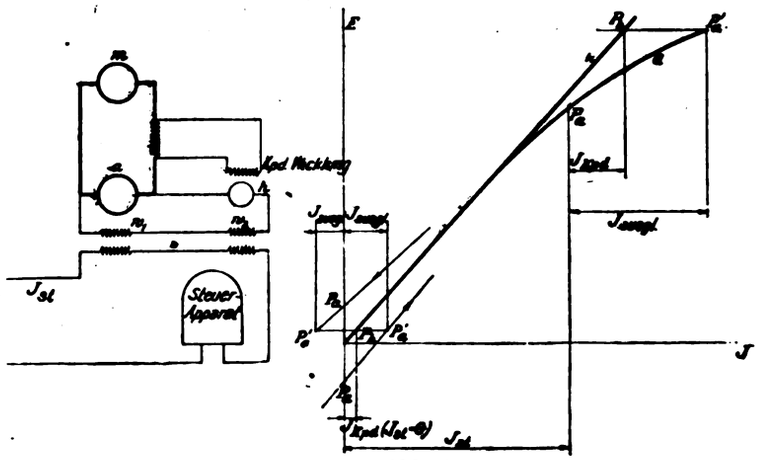


Abb. 8.

Punktes B. Zwischen D und B besteht eine reine Wechselspannung, die das Feld h magnetisiert und die Remanenz von h vernichtet. Die Rückwirkung auf das Feld f kann man leicht sehr klein halten. Wird das Gleichgewicht zwischen E_1 und E_2 gestört, so entsteht zwischen D und B eine Wellenspannung, die auch den korrigierenden Gleichstrom über das Feld von h sendet.

Es sei jetzt noch eine Genauigkeitsschaltung nach Osborne der Siemens-Schuckert-Werke erwähnt, bei welcher das Prinzip der Rückführung zur Anwendung kommt. In Abb. 8 bedeutet h die taktgebende Hilfsdynamo, die mit konstanter Tourenzahl angetrieben wird. Die Spannungen von a (Anlaßdynamo) und h werden gleichzeitig durch den Steuerapparat geregelt. Der Erregerstrom durchfließt beide Magnetwicklungen in Serie. So lange kein Spannungsunterschied zwischen a und h ist, sind die Wicklungen w_1 und w_2 stromlos. In Abb. 8 sei h die Leerlaufcharakteristik von h, a jene der Anlaßdynamo a. J_{st} sei der eingestellte Steuerstrom, J_{kpd} Strom der Compoundwicklung, P_a Spannung an a wegen Remanenz oder Sättigung, P_h Spannung an h. Durch die Spannungsdifferenz $P_h - P_a$ entsteht ein Ausgleichstrom über w_1 und w_2, welcher die Spannung von a und h hebt. Und zwar muß die Erregerwicklung w_2 so dimensioniert sein, daß der Ausgleichstrom sich in h gerade den für sein Fließen erforderlichen Ohmschen Abfall selbst erzeugt. Dadurch ist gewissermaßen für eine Rückführung gesorgt. Die Spannung P_a kann auf ihrer Sättigungskurve genau bis zu dem eingestellten Wert $P_a = P_h$ ansteigen, wogegen P_h automatisch soweit gehoben wird, daß der Ausgleichstrom in w_1 und w_2 der P_a auf das eingestellte Niveau P_h hebt, fließen kann. Wenn h eine geradlinige Leerlaufcharakteristik hat, so wird damit auch der Einfluß der Sättigung von a unterdrückt.

Die Schaltung hat also den Vorteil, daß, wenn nur h genau ist, irgend eine Ungenauigkeit bei a nicht vorhanden ist. Die Tourenzahlen können bis 0 herunter gut beherrscht werden. Es ist wichtig, daß bei Anwendung einer Compoundwicklung wie in Abb. 8 genau der Ohmsche Abfall kompensiert wird, da die Dynamo a bei ausgeschalteter Erregung $J_{st} = 0$ ganz genau auf jene Spannung reguliert wird, die dem Ohmschen Abfall des gerade vorhandenen Stromes entspricht. Wesentlich ist es ferner, daß die Remanenz der Hilfsdynamo h möglichst klein gemacht wird (großer Luftspalt, geringe Induktion im Eisen), da eine solche Remanenz natürlich ihren vollen Einfluß auf die Spannung P_h somit auch direkt auf P_a hätte.

Zusammenfassung.

Die Umstände, welche auf die magnetische Trägheit im Felde der Gleichstrommaschine Einfluß haben, werden kurz besprochen und die Mittel zur Bekämpfung der durch die Remanenz bedingten Ungenauigkeit an Beispielen erörtert. Als solche Mittel kommen in Betracht: die magnetische Erschütterung des Eisenkreises, die örtliche Ablenkung des Remanenzfeldes, die Gegenerregung und die Verwendung einer richtigen Kontrollspannung.

Rundschau.

Schalttafeln, Schalt- und Sicherungsapparate.

Eine einfache Hochspannungssicherung wird von der Firma Schweitzer & Conrad, Chicago, ausgeführt. Sie besteht aus einer normalen Röhrensicherung, der ein Schmelzstreifen von hohem Widerstand parallel geschaltet ist. Letzterer wird mit dem Stängelchen B durch die Feder H gespannt gehalten. Wenn bei Überlastung die Röhrensicherung durchbrennt, dann muß der Schmelzstreifen den vollen Strom führen. Er schmilzt also durch und die Feder zieht die Enden in eine Löschflüssigkeit (Kohlenstoff-Tetrachlorid), durch den herabsinkenden Schwimmkörper wird die Flüssigkeit durch eine trichterförmige Öffnung F, E gegen den etwa stehen bleibenden Lichtbogen gespritzt. Im Nebenschluß zur Feder H liegen biegsame Leiter G, so daß sie vom Strom entlastet ist. Das Gehäuse (C, J) ist aus Bakelit hergestellt.

An Stelle der Röhrensicherung kann auch ein gewöhnlicher Handschalter treten, wenn der Apparat von Hand aus betätigt werden soll. Zur Fernbetätigung wird der Schmelzstreifen mittels eines Relais und eines von Hand bedienten Batteriestromkreises in die Leitung eingeschaltet. Die Hochspannungssicherung eignet sich überall dort, wo ein automatisches Schließen des unterbrochenen Stromkreises nicht erforderlich ist, also zum Beispiel am Ende von Speiseleitern zu Unterstationen. Drei Kurzschlußversuche an einem 100 000 V-Unterbrecher, wobei 1500 A bei 12 000 V unterbrochen werden mußten, zeigten, daß der Apparat richtig funktioniert. Die Energie wurde bei dem Versuch aus zwei in Reihe geschalteten 3000 kW-Transformatoren geliefert; die Impedanz des Stromkreises betrug 10%, als Röhrensicherung fand eine solche von 110 A Verwendung.

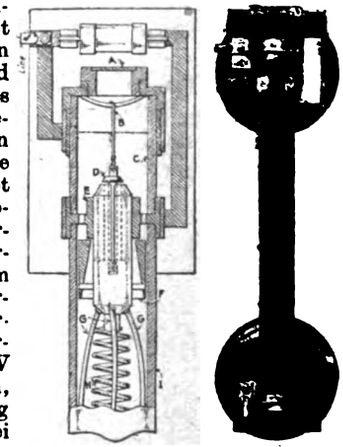


Abb. 1.

Als Vorteile der Einrichtung werden die Einfachheit und Billigkeit, die geringe Raumbeanspruchung, vollkommenes Fehlen jeder Feueragefahr und schneller Ersatz gerühmt.

(El. World, Bd. 69, Nr. 18.)

Digitized by Google

Elektrische Beleuchtung.

Der Wirkungsgrad der Beleuchtungsanlagen ist beim Entwerfen von Anlagen von Wichtigkeit. Aus der zu beleuchtenden Fläche und der verlangten mittleren Beleuchtung wird der gesamte nutzbar zu verwendende Lichtstrom berechnet; dieser durch den vom Charakter des Raumes bestimmten Wirkungsgrad dividiert gibt den zu erzeugenden Lichtstrom, den man dann auf eine passende Anzahl von Lampen verteilt. Bei der Definition des Wirkungsgrades, die J. Teichmüller gibt, hat man zu unterscheiden: den in den Lampen erzeugten Lichtstrom Φ_L, den zur Beleuchtung des Gegenstromes dienenden Lichtstrom Φ_{Lg}, den Teil desselben, der auf der Oberfläche des Körpers reflektiert wird $\Phi_G = r_G \cdot \Phi_{Lg}$ und endlich jenen Bruchteil des letzteren, der in die Augen gelangt Φ_{Ga}.

Es gilt dann $\Phi_L \gg \Phi_{Lg} > \Phi_G \gg \Phi_{Ga}$ und der Wirkungsgrad ist gegeben durch $\eta = \frac{\Phi_{Ga}}{\Phi_L}$. Dieser theoretisch einwandfreien Definition steht aber mit den Bedürfnissen der Praxis nicht im Einklang; denn diese verlangt, daß der Gegenstand durch die Beleuchtung geeignet gemacht wird, von irgendwoher innerhalb gewisser, enggezogener Grenzen gesehen zu werden. Wir brauchen also den Nutzlichtstrom nicht von der Lampe bis in die Augen sondern nur bis dahin zu verfolgen, wo er von dem beleuchteten Gegenstand abgestrahlt wird, wo er also diesen zum Gesehenwerden bereit macht. Der Wirkungsgrad der Beleuchtungsanlage ist dann definiert durch $\eta = \frac{\Phi_G}{\Phi_L}$.

Bei dieser Darlegung ist davon ausgegangen, daß man sich in einem Raum mit ganz schwarzen Wänden oder im Freien bei bedecktem Himmel auf ganz schwarzem Boden befindet; so liegen aber die Verhältnisse nie. Nehmen wir an, die Lampe befindet sich zwischen dem Gegenstand und einer mattweißen Tafel, so daß ein Teil von Φ_L, den wir Φ_{Tg} bezeichnen, von der Tafel auf den Gegenstand reflektiert wird. Die Lichtströme $\Phi_{Lg} + \Phi_{Tg}$ ferner werden mehrfach an der Tafel reflektiert, und schließlich kommt ein Teil r_{GT} $(\Phi_{Lg} + \Phi_{Tg})$ noch einmal zur Wirkung. Wir haben dann für den Wirkungsgrad den Ausdruck zu setzen

$$\eta = \frac{(\Phi_{Lg} + \Phi_{Tg})\,(1 + r_{gT})}{\Phi_L}.$$

Dieser Wert kann gleich 1 und größer als 1 werden. Daraus ergibt sich, daß wir den geläufigen Sinn des Wirkungsgrades nicht auf den beleuchtungstechnischen Wirkungsgrad übertragen können. Man muß beachten, daß unter Beleuchtung eines Innenraumes die mittere Horizontalbeleuchtung in 1 m Höhe über der Bodenfläche verstanden wird, also gewöhnlich nur weniger als die Hälfte des von der Lampe ausgehenden Lichtstromes herangezogen wird; um unter diesen Annahmen den Wirkungsgrad 1 zu erreichen, müßte mehr als die Hälfte durch Reflexion gewonnen werden, was normal nicht möglich ist.

(Z. f. Beleuchtungswesen 24, Heft 13/14, 1918.)

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Vergleichende Untersuchungen über die Arten des Audions (Vakuumröhren oder Ionenventile mit drei Elektroden). G. Vallauri. In der vorliegenden Arbeit entwickelt der Verfasser an der Hand seiner bereits früher publizierten Theorie*) die Grundzüge einer Meßtechnik, die es ermöglicht, zwischen Audionarten verschiedener Bauart und Herkunft quantitative Vergleiche anzustellen. Um vergleichbare Arbeitsbedingungen zu erzielen, ist es notwendig, die Oberflächentemperatur des als Glühkathode zumeist verwendeten Wolframdrahtes bei den zur Untersuchung gelangenden Audionformen möglichst gleich zu machen. Die Beurteilung dieser Gleichheit durch Messung der spezifischen Helligkeit oder durch Vergleich der glühenden Fäden mit dem freien Auge ist durch die teilweise Verdeckung des Glühdrahtes erschwert. Es wird daher vorgeschlagen, außerdem noch das Verhältnis R/R_0 zwischen dem elektrischen Widerstande R, den der Draht im Glühzustande besitzt und dem Grenzwiderstande R_0, den er dem Durchgange eines sehr schwachen Stromes entgegensetzt, als Vergleichsmerkmal zu benutzen. Als solches kann schließlich auch die gesamte Elektronenemission pro Oberflächeneinheit des Glühdrahtes dienen.

Von den zu untersuchenden Audions werden nunmehr die elektrischen Charakteristiken aufgenommen, indem der Wert der Anodenspannung festgehalten, während die Gitterspannung von -10 V bis $+10$ V und umgekehrt in geschlossenem Kreislaufe geändert wird, solange bis der Vorgang stationär verläuft. Es kann hiebei vorkommen, daß die auf dem aufsteigenden Aste des Kreislaufes erhaltenen Werte mit denen des absteigenden Astes nicht zusammenfallen. Da die Unterschiede zwischen diesen Werten sich von der Schnelligkeit, mit der der Kreislauf durchgeführt wurde, abhängig erwiesen, vergleicht der Verfasser die Erscheinung mit einer Art von „viskoser Hysterese".

Da die Wirkungsweise des Audions als Generator bezw. als Verstärker der Theorie nach unmittelbar voneinander abhängt, erfolgte die weitere Untersuchung in Generatorschaltung mit magnetischer Kopplung, wobei die erzeugte Schwingungsenergie durch ein aus Thermoelement und Galvanometer bestehendes System gemessen wurde. Bei einem gewissen Wert der Gitterspannung setzen die Schwingungen plötzlich ein, ändern sich dann kontinuierlich mit ihr, um dann ebenso plötzlich wieder abzubrechen. Abweichungen von diesem normalen Verhalten kommen auch hier vor, indem es Gebiete geben kann, in welchen die Schwingungen instabil werden. Behufs quantitativer Vergleichung der Charakteristiken schlägt der Verfasser den Ausdruck $\frac{P}{a\, i_a}$ als eine Art Gütebeiwert vor, wobei P die mittlere Leistung, a die mittlere Neigung der Charakteristik, i_a die mittlere Anodenstromstärke bedeutet. Schließlich wird auf die Tatsache hingewiesen, daß durch den Generatorbetrieb die Charakteristik gegenüber der statischen geändert wird.

Infolge Zusammenhanges zwischen Detektor- und Gleichrichterwirkung des Audions erfolgte die Untersuchung durch galvanometrische Messung der Änderung Δi_a des Anodenstromes, welche durch die Einschaltung einer oszillatorischen EMK konstanter Amplitude und Frequenz im Gitterkreise hervorgerufen wurde. Als Gütebeiwert für die Detektorwirkung schlägt der Verfasser den Ausdruck $\frac{\Delta i_a}{i_a}$ vor.

Beim Vergleich der Detektor- und Generatorwirkung ergibt sich, daß nicht immer ein und dasselbe Audion für beide Eigenschaften gut verwendbar ist. Soll ein Audion gleichzeitig als Generator und Detektor dienen (Autoheterodyne), so kann als Gütebeiwert das geometrische Mittel der beiden früher genannten genommen werden.

Weitere Versuche zeigten das Auftreten von „Alterungserscheinungen", indem die statische Charakteristik eines Audions vor und nach dem Einschalten einer starken oszillatorischen EMK im Gitterkreise beträchtliche Unterschiede aufwies. Zur Aufklärung dieser Erscheinung untersucht der Verfasser den Verlauf des gesamten Elektronenstroms (bei parallelgeschaltetem Gitter und Anode) als Funktion der Anodenspannung. Aus den Ergebnissen, die bei einem Kreislauf der Anodenspannung zwischen -3 und $+260$ V erhalten wurden, ersieht man, daß vier von den untersuchten Audions deutlich die früher erwähnte Erscheinung der viskosen Hysterese zeigen.

(Jahrbuch d. drahtl. Telegraphie 1918, Bd. 13, Heft 1.)

Strahlungslehre.

Photographische Aufnahme des Platin und Iridium-K-Spektrums. J. E. Lilienfeld und H. Seemann. Die Verfasser haben mit dem Seemannschen Spektrographen die Röntgenstrahlung einer Platin-Iridium-Antikathode aufgenommen und das Spektrogramm mit einem Hartmannschen Mikrophotometer ausgemessen. Es zeigte sich, daß eine Strahlungskomponente vorhanden ist, die erheblich kurzwelliger ist, als das unter der Voraussetzung der Gültigkeit der Quantentheorie einem sinoidalen Verlaufe der Sekundärspannung entsprechen würde.

(Physikalische Zeitschrift, Bd. 19, S. 269, 1918.) *L.*

Die Lebensdauer von Radiothor, Mesothor und Thorium. Lise Meitner. Während frühere, von anderen Forschern über kürzere Zeiten erstreckte Messungen für die Lebensdauer des Radiothors die Werte 1·90, 1·876 ergeben hatten, findet Verfasser aus Versuchen, die über sieben Jahre erstreckt und an sechs Präparaten vorgenommen wurden, als Mittelwert 1·905 Jahre. Gleiche Messungen wurden an elf Jahre alten Mesothorpräparaten ausgeführt und ergaben für Mesothor die Halbwertszeit von 6·7 Jahren, statt des bisher angenommenen Wertes von 5·5 Jahren. Die Halbwertszeit des Thoriums wurde auf indirektem Wege zu $2{\cdot}37 \cdot 10^{10}$ Jahren bestimmt. (Physikalische Zeitschrift, Bd. 19, S, 257, 1918.) *L.*

Chronik.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker (1893 bis 1918). Anläßlich der Jahresversammlung und Feier des 25jährigen Bestandes am 25. Juni 1918*) hat der Verband Deutscher Elektrotechniker eine Festschrift herausgegeben, in welcher die Geschichte der Verbandsgründung und seiner Entwicklung dargelegt ist und

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 25, Seite 294 f.

*) Vgl. Heft 30, Seite 341.

Digitized by Google

über die wichtigsten Arbeiten und deren Ergebnisse berichtet wird. Im nachstehenden soll ein kurzer Auszug aus dieser im Springerschen Verlag erschienenen und mit den Bildnissen hervorragender Vertreter des Verbandes geschmückten Schrift gegeben werden.

Bereits auf der Ausstellung in Frankfurt a. M., September 1891, wurde die Bildung eines allgemeinen Elektrotechnikertages beantragt, aber erst bei der Zusammenkunft Deutscher Elektrotechniker im Juni 1893 in Berlin wurde auf Anregung von Adolf Slaby der Beschluß gefaßt, einen Verband von Vereinen zu gründen, dessen Zweck und Ziel sein sollte: Wahrung und Förderung derjenigen Interessen, welche das Gebiet des Wirtschaftslebens, der Gesetzgebung, der inneren Organisation der elektrischen Industrie betreffen. Auf der 1. Jahresversammlung in Köln, September 1893, hat Slaby die Ziele des neuen Verbandes dahin gekennzeichnet: ein Forum zu bilden, vor dem Fachleute und Vertreter staatlicher und kommerzieller Verbände ihre Ansichten über das elektrische Fachgebiet austauschen, ihre Anschauungen klären und gemeinsame Interessen pflegen könnten. Dem fünfgliedrigen Vorstande gehörte auch das jüngst verstorbene Ehrenmitglied des Elektrotechnischen Vereines in Wien, Ing. Friedrich Roß, an.

Im Anfang bestand der Verband aus acht elektrotechnischen Vereinen Deutschlands. Im Jahre 1894 wurde dann die „Elektrotechnische Zeitschrift" als Verbandsblatt gewählt, um für die beruflichen Beziehungen der Mitglieder einen Mittelpunkt zu schaffen. 1899 wurden die Satzungen dahin ausgestaltet, daß man die wissenschaftlich technischen Arbeiten noch mehr zum Kern der Verbandstätigkeit machte. Seine endgültige Gestaltung — auch in finanzieller Hinsicht — erhielt der Verband im Jahre 1908; zu dieser Zeit sind dann auch 22 deutsche elektrotechnische Vereine dem Verband beigetreten. Im Jahre 1914 wuchs die Zahl der Mitglieder auf 6000 an. Eine außerordentlich glücklich gewählte innere Organisation sichert dem Verband die Erfolge seiner zukünftigen Tätigkeit. Der Vorstand besteht aus dem Vorsitzenden, seinen zwei Stellvertretern und sechs Mitgliedern, die von der Jahresversammlung auf zwei Jahre gewählt werden. Diesem steht ein Ausschuß zur Seite, der zum Teil von den Vereinen, zum Teil von der Jahresversammlung gewählt wird und der gegenwärtig aus 58 Mitgliedern besteht. Der gleich bei Verbandsgründung mit der Leitung der Geschäfte betraute Generalsekretär Gisbert Kapp, der gleichzeitig die Schriftleitung der E. T. Z. führte, trat 1905 zurück, worauf Georg Dettmar zum Generalsekretär ernannt und die Schriftleitung der E. T. Z. von seiner Tätigkeit getrennt wurde. Zur Erledigung der Arbeiten wurden gleich im Anfang Kommissionen gebildet, zu denen für jedes Sondergebiet die erfahrensten Elektrotechniker herangezogen wurden. Im Laufe der Zeit sind auf diese Weise 27 Kommissionen gebildet worden, von denen jetzt noch 20 bestehen. Zwecks fachlicher Erörterungen, die sich als sehr wertvoll erwiesen, und zum Zusammenschluß der Mitglieder untereinander und mit Vertretern wissenschaftlicher und industrieller Kreise sind die Jahresversammlungen eingeführt worden, die manche Gelegenheit zur Anregung und Durchführung wichtiger Aufgaben schufen. Zum Teile waren Fachausstellungen mit den Jahresversammlungen verbunden.

In der Entwicklung des Verbandes lassen sich drei Perioden mit ziemlicher Deutlichkeit unterscheiden. In der ersten bis zum Jahrhundertende reichenden Periode befassen sich die Arbeiten des Verbandes mit den allgemeinen Aufgaben, die der Erweiterung und Entwicklung des Zentralenbaues und der Versorgung in sich geschlossener kleinerer Gebiete gewidmet sind. Bis 1905 reicht dann die zweite Periode, die sich mehr mit den Einzelheiten der elektrischen Anlagen beschäftigt. Von dort an beginnt mit der Aufstellung der großen Dampfturbinen die Zeit der Hochspannungsanlagen. Waren in der ersten Periode die Errichtungs- und Betriebsvorschriften Hauptinhalt der Verbandstätigkeit, so sind die Normalien im allgemeinen, insbesondere die Maschinen-Normalien in der zweiten Periode geschaffen worden. Die dritte Periode gehört der Ausbildung der Errichtungsvorschriften, insbesondere der Normalien für Freileitungen, an.

Die wertvollen Leistungen des Verbandes in der Schaffung von Normalien, die zur Haupttätigkeit der Kommission gehörten, zeigt sich erst im Krieg, da der „Normenausschuß der deutschen Industrie"*) ins Leben gerufen wurde, der das, was der Verband für die Elektrotechnik geschaffen hat, nunmehr für die ganze mechanische Industrie durchführen will. Bei der Zusammensetzung der Kommission wurde Wert darauf gelegt, daß im allgemeinen Hersteller, Verbraucher, Wissenschaftler und Behörden dort vertreten wären. Durch Hinzuziehung von einzelnen Personen konnten sich die Kommissionen jederzeit zwecks eingehender Behandlung von einzelnen Fragen ergänzen.

Die Festschrift gibt eine auf die Einzelheiten eingehende Übersicht über die Tätigkeit der 27 Kommissionen in der abgelaufenen Zeit. Die Verbandsarbeiten (Vorschriften, Normalien, Arbeitsgesetze) sind in einem 1904 bei J. Springer herausgegebenen Buch zum erstenmal gemeinsam veröffentlicht worden, 1914 wurde die 9. Auflage dieses Buches aufgelegt. Seit 1913 werden die Arbeiten in Sonderdruck als Abonnement herausgegeben. Zu den literarischen Arbeiten des Verbandes gehörten ferner die Zusammenstellung der ausländischen Einfuhrzölle auf die wichtigsten elektrotechnischen Artikel, ferner die 1895 zuerst veröffentlichten und seit 1909 als Buch herausgegebene „Statistik der Elektrizitätswerke Deutschlands", die seither ein unentbehrlicher Behelf für die Fachgenossen geworden ist. Rühmend ist die Anteilnahme des Verbandes an der Förderung von Ausstellungen, des technischen Unterrichtswesens und der Fortbildung der Fachgenossen hervorzuheben.

Ein besonderes Kapitel der Festschrift ist den Beziehungen des Verbandes zu den Staatsbehörden gewidmet, auf deren Anregung und Wunsch manche Arbeiten des Verbandes zurückzuführen sind und in deren Kommissionen die Behörden vielfach vertreten waren. Bekannt ist die Anteilnahme des Verbandes an dem Gesetzentwurf über elektrische Maßeinheiten, dem Gesetz, betreffend den Diebstahl elektrischer Arbeit, dem Telegraphen-Wegegesetz, dem Entwurf zum deutschen Zolltarif und manch anderer in das Wirtschaftsleben eingreifender Bestimmungen. Alles wird aber überragt durch die wahrhaft große Tat des Verbandes, die Aufstellung der „Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen", die nach und nach in allen deutschen Staaten Anerkennung fanden. Nicht gering ist das Verdienst des Verbandes in der Frage der Besteuerung der Elektrizität, wo es ihm gelang, die Regierung zum Verzicht auf die Besteuerung von Gas und Elektrizität zu bringen, so daß der Reichstag nur die Besteuerung auf Beleuchtungsmittel aufrecht erhalten hat, und endlich sein Eingreifen zugunsten der Elektrizitätswerke in der Frage der Haftpflicht.

Vielfach sind die Beziehungen des Verbandes zu anderen deutschen technischen Vereinigungen, mit welchen ein für alle Beteiligten fördernder und der technischen Allgemeinheit anregender Gedankenaustausch eifrig gepflegt wurde. Bekannt ist, daß die Vereinsarbeiten über die Grenzen Deutschlands hinaus Anerkennung und Anwendung gefunden haben und daß der Verband bemüht war, in der Schweiz und in Österreich-Ungarn eine äußerst weitgehende Einheitlichkeit und — wenn angängig — Übereinstimmung aller Vorschriften anzustreben.

Diese Bestrebungen haben bei der Elektrotechnikerschaft Österreichs und im besondern beim Elektrotechnischen Verein in Wien vollen Widerhall gefunden. Im Vorwort zu den vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen" ist ausgeführt, daß diese Vorschriften, soweit es den Verfassern tunlich erschien, in Übereinstimmung mit den Verbandsvorschriften gefaßt wurden, damit in der elektrotechnischen Praxis in Österreich und Deutschland möglichste Einheitlichkeit erzielt werde. Diesem Ziele entsprechen auch die Vereinbarungen, die der V. D. E. und der Elektrotechnische Verein in Wien hinsichtlich des Austausches von Vorschriften und Normalienentwürfen sowie hinsichtlich deren gemeinsamen Bearbeitung getroffen haben.

Das letzte Kapitel behandelt nur auf wenigen Seiten die Kriegstätigkeit des Verbandes, aber es ist dasjenige Kapitel seiner Geschichte, das am deutlichsten die Notwendigkeit seines Bestehens beweist. Welche Unsumme von schöpferischer Arbeit aber dabei in der Schaffung und Bestimmung von Material für Leitungen und für Isolierung, in der Aufstellung von Normalien für Maschinen und Ersatzstoffe, in der Frage der Ausfuhrbewilligung für die Elektrotechnik, der Organisation für die richtige Verteilung elektrischer Maschinen und endlich einer die Kriegsindustrie Deutschlands sichernden Elektrizitätsversorgung geleistet worden ist, kann auf den wenigen Seiten der Schrift kaum wiedergegeben werden.

*) Vgl. Heft 22 d. J., Seite 258.

Literatur-Bericht.

Die Akkumulatoren für Elektrizität von Dr. Ing. Richard Albrecht. 2. Auflage (Sammlung Göschen, Bd. 620). G. J. Göschensche Verlagshandlung, G. m. b. H. in Berlin und Leipzig, 1918, 122 Seiten m. 56 Abb. Preis M 1·25.

Gegenüber der ersten Auflage ist der Inhalt nicht unwesentlich umgearbeitet worden, und zwar war der Verfasser bestrebt, die Publikation in der ersten Linie für den praktischen Gebrauch verständlicher zu gestalten. Demgemäß wurde eine Betrachtung über das Verhältnis des Gewichtes des Akkumulators zu seiner Leistung aufgenommen, der Einfluß der Plattendicke auf die Kapazität näher dargelegt und Beispiele zur Ermittlung der Größe einer Batterie gegeben. Neu ist auch die Beschreibung der Akkumulatoren für Taschenlampen. Beachtenswert ist der Abschnitt über den Edison-Akkumulator, der in der Fachliteratur oft nur mit

Digitized by Google

wenigen Worten abgetan wird. Das Kapitel über die Theorie des Akkumulators wurde etwas gekürzt. Die Publikation setzt keine besonderen Vorkenntnisse des Lesers voraus und ist daher zum Selbststudium besonders gut geeignet. Dabei muß man bewundern, wie inhaltsreich die 120 kleinen Seiten sind, ohne daß die Klarheit darunter irgendwie leidet. So gehört das im Kriegseinband sich präsentierende Bändchen zu den besten Nummern der verdienstvollen Sammlung Göschen. *Dr. Vondráček.*

Österreichisches statistisches Handbuch. 34. Jahrgang (1915). Wien 1917. Herausgegeben von der k. k. statistischen Zentralkommission. Preis K 4.

Ungeachtet der durch den Krieg verursachten Schwierigkeiten ist es zum drittenmale gelungen, einen neuen Jahrgang dieser Statistik während Kriegsdauer zu veröffentlichen. Im ersten Hauptteil, der Bevölkerungsstatistik, deren Angaben sich zum großen Teile bis zum Jahre 1915 erstrecken, wurde eine Reihe von Zahlentafeln neu aufgenommen, insbesondere über die „Bewegung der Bevölkerung" und die Volkszählungsergebnisse vom Jahre 1910, welche hinsichtlich der Berufsergebnisse wesentlich ergänzt wurden. Neuere Angaben finden sich auch in den Abschnitten „Gesundheitswesen", „Land- und Forstwirtschaft", „Jagd und Fischerei", „Gewerbewesen" (Sozialversicherung), „Erwerbsgesellschaften" (auch Elektrizitätsgenossenschaften), „Verkehrswesen" und „Kreditoren". Besonderes Interesse verdient das Kapitel „Preise", in welchem neben den Durchschnittspreisen der landwirtschaftlichen Produkte in den Jahren 1915 und 1916 auch die Übernahmspreise der Kriegswirtschaftszentralen und die Höchstpreise für den Groß- und Kleinhandel länderweise verzeichnet erscheinen. Auch die Kohlenpreisbewegung, die Vieh- und Fleischpreise sind für Wien und die Landeshauptstädte in Tabellen übersichtlich zusammengestellt. Es folgen sodann die Abschnitte „Rechtspflege", „Unterrichtswesen" und „Finanzwesen"; im letzteren Abschnitte wurden die im Kriege hervorgerufenen Neuerungen, insbesondere die neue Steuerveranlagung und die österreichische Staatsschuld bis zum Jahre 1916 neu aufgenommen. Dagegen mußten die Abschnitte „Auswärtiger Handel", „Eisenbahnen", „Berg- und Hüttenwesen" infolge der durch den Krieg bedingten Verhältnisse in diesem Jahre weggelassen werden. Die internationalen Übersichten blieben auf Angaben der Fläche, und Bevölkerungszahl- bezw. -dichte und -zunahme beschränkt. Eine wertvolle Ergänzung bilden die vier beigefügten Karten, welche den Anteil der Land- und Forstwirtschaft, der Industrie und Gewerbe, des Handels und Verkehrs, des öffentlichen Dienstes und der freien Berufe nach dem Stande vom 31. Dezember 1910 in verschiedenem Farbendruck, je nach der Dichtigkeit der Besiedelung, darstellen.

Es kann nur gewünscht werden, daß der nunmehr beschrittene Weg der statistischen Erfassung, namentlich eine Neuaufnahme der gewerblichen Betriebszählung (letzte Zählung 1902), welche für die weitere Entwicklung unserer Volkswirtschaft von größter Bedeutung ist, auch weiterhin ausgestaltet werden möge.

Ing. Leopold Rosenbaum.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Regulireinrichtungen.

Regulierung von Gleichstrommaschinen und Anlagen.

(Fortsetzung von Heft 41, Seite 467*)

Bei einer anderen Zugsbeleuchtungseinrichtung der Maschinenfabrik Oerlikon wird die Batterie öfters auf Entladung geschaltet, indem auch während der Fahrt die Lampen an die Batterie angelegt werden, vorausgesetzt, daß diese nicht völlig entladen ist. Die Dynamo lädt dann die Batterie in der beleuchtungsfreien Zeit auf. Diese durch besondere Schaltungen des Schnellreglers und des Selbstschalters herbeigeführte Betriebsweise bringt Vorteile für die Batterie mit sich und führt zu einem sehr einfachen Regler. Widerstände im Netzkreis, Maßnahmen für wechselnde Netzbelastung fallen weg und dieselbe Reglertype kann für Beleuchtungseinrichtungen verschiedener Leistung dienen. (D. R. P. Nr. 301 404.)

Die Firma hat durch das Ö. P. Nr. 64 327*) eine Einrichtung geschützt, bei welcher ein Spannungsregler zur Regelung der Netz- bezw. Maschinenspannung verwendet wird, wobei das regelnde Organ des letzteren je nach Bedarf an die Maschinenklemmen oder an das Netz gelegt wird. Nach einer weiteren Erfindung wird das einschaltende Organ mit dem Spannungsregler oder Parallelschalter mechanisch oder elektrisch verriegelt, so daß der Spannungsregler an das Netz erst nach erfolgter Parallelschaltung von Dynamo, Netz und Batterie angelegt wird. (D. R. P. Nr. 292 404.)

Abb. 8 zeigt eine Einrichtung zum Zusammenschalten von Dynamo und Batterie, bei der der Reglerhebel 4, der von Hand aus oder selbsttätig durch Spannungsrelais gesteuert wird, zugleich über den Schleifkontakt 7 die Verbindung von Generator und Batterie herstellt, und zwar erst in einer solchen Regelstellung am Feldwiderstand 6, daß die einer normalen Drehzahl entsprechende, für die Parallelschaltung geeignete Generatorspannung herrscht.

(D. R. P. Nr. 293 991.)

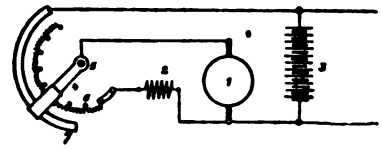


Abb. 8.

Auch bei der von der A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden angegebenen Zugbeleuchtungseinrichtung wird der Regler unter die Kontrolle des selbsttätigen Parallelschalters gestellt. Die Erfindung bezweckt, ein zu frühes Ansprechen des Reglers zu vermeiden, das durch äußere Umstände (Temperaturänderung, Abnutzung) hervorgerufen werden und das die Parallelschaltung von Dynamo und Batterie verhindern könnte. Dies wird dadurch erreicht, daß der Reglerspule ein Widerstand vorgeschaltet ist, der beim Schließen des Parallelschalters kurzgeschlossen wird, so daß eine für die normale Regelung erforderliche stärkere AW-Zahl des Reglers hergestellt wird. Die gleiche Wirkung kann durch eine sinngemäße Änderung der Gegenkraft des Reglers erzielt werden. (D. R. P. Nr. 300 953.)

Einen eigenartigen Widerstandsregler für Zugbeleuchtungsanlagen gibt die Consolidated Railway Electric Lighting & Equipment Co. in New York an. Über die Kanten eines aus Platten *h* gebildeten Widerstandes (Abb. 9) wird ein wiegender Kontakt abgewälzt. Dieser besteht aus Metallamellen, die durch Einknickungen federnd gemacht sind; unten sind die Lamellen kreisbogenartig geformt. Sie sitzen in dem Bügel *i'*, der durch eine Feder *k* an die Kontaktbahn angedrückt wird. Der Bügel wiederum ist an einem Arm *i* befestigt, der mit dem Kern *d'* eines Solenoides verbunden ist. Durch die Kernbewegung wird, wie ersichtlich, der wiegende Kontakt über die Widerstandslamellen abgewälzt und dadurch Widerstandsstufen ein- bezw. ausgeschaltet. Um dies gleichförmig zu gestalten, wird der Kern *d'* bezw. die innere Auskleidung *d* des Solenoides kegelförmig ausgebildet und der Kern an eine der magnetischen Zugkraft entgegenwirkende Feder *l* angehängt, die sich an eine Walzbank *l'* anlegt, wobei die Verhältnisse so gewählt sind, daß der Federdruck von *l* entsprechend der magnetischen Zugkraft wächst.

(Ö. P. Nr. 73 899.)

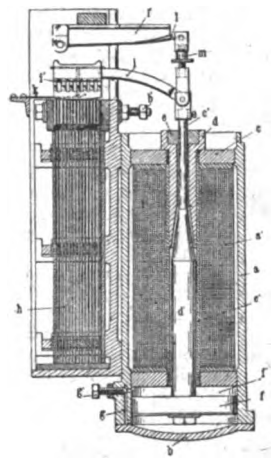


Abb. 9.

Die in Abb. 10 dargestellte Schaltung dient im Wesen zur Beleuchtung und Heizung von elektrischen Bahnen mit Hochspannungs-Gleichstrombetrieb. Die von den Österr. Brown-Boveri-Werken in Wien angegebene Einrichtung umfaßt einen Gleichstrom-Gleichstromumformer, bestehend aus dem von der Fahrleitung *h* von schwankender Spannung gespeisten Motor *m* und der Dynamo *g* für

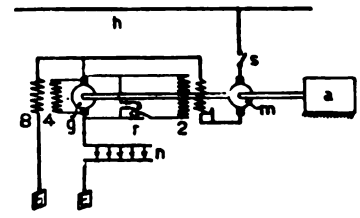


Abb. 10.

konstante Spannung, die auf gleicher Welle sitzen und eventuell noch eine Arbeitsmaschine *a* mit konstanter Drehzahl antreiben. Der Motor *m* besitzt eine Compoundwicklung 1 und eine von der Dynamospannung gespeiste Erregerwicklung 2; diese Erregung wird durch einen von der Dynamospannung beeinflußten Schnellregler *r* geregelt. Die Dynamo erhält die Eigenerregung 4 und eine vom Motorstrom und Dynamostrom durchflossene Compoundwicklung 8. *n* sind die Verbrauchsapparate. Das Netz *h* und das Netz *n* sind einpolig bei *B* geerdet.

(Ö. P. Nr. 73 917 als Zusatz zu Ö. P. Nr. 61 455*).

Den gleichen Zwecken dient die vom Stammhaus der Firma in Baden angegebene Einrichtung nach Abb. 11. Der aus der Fahrleitung *L* gespeiste Motor *M* treibt die an *V* Strom liefernde Dynamo *G* an. Die Erregung *Sm* des Motors und die *Sg* der Dynamo liegen beide in Reihe im Motorstrom. Erfindungsgemäß werden die magnetischen Verhältnisse der beiden Maschinen derart bemessen, daß schon der Leerlaufstrom der Gruppe zur vollen Erregung genügt, ein Durch-

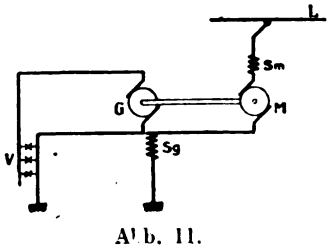


Abb. 11.

*) E. u. M. 1915, Seite 75.

*) Vgl. E. u. M. 1912, Seite 881, und 1914, Seite 243 (Ö. P. Nr. 69 912).

Digitized by Google

brennen bei ausgeschalteten Lampen V also unmöglich ist, ebenso überstarker Stromanstieg beim plötzlichen Einschalten. Den Spannungsabfall an G bei steigender Belastung kompensiert man dadurch, daß zufolge der magnetischen Abmessungen in der Dynamo eine größere Änderung der Kraftlinienzahl auftritt als im Motor bei derselben Änderung der erregenden AW. (D. R. P. Nr. 300 346.)

Regler für elektrische Maschinen.

Zum selbsttätigen Regeln der Antriebsmaschinen hat L. J. Créplet eine Einrichtung angegeben (Abb. 12), bei der auf den Dampfeinlaß zur Maschine ein Fliehkraftregler R wirkt, von einem Motor m angetrieben. Der Motor m ist in Reihe mit einer auf der Welle der Antriebsmaschine sitzenden Dynamo d und einer Dynamo e für konstante Spannung B in Reihe geschaltet. Die letztere ist selbsterregt und liefert die Erregung b bezw. h für die Maschinen d bezw. m. Wenn bei Überlast die Umdrehungszahl der Dynamo d und damit ihre Spannung D sinkt, so steigt dabei die Spannung V am Motor m an. der Regler R verstellt den Dampfeinlaß in vergrößerndem Sinne, Die jeweils normale Tourenzahl wird durch den Feldregelwiderstand r eingestellt. (S. P. Nr. 76 735.)

Von Robert Bosch in Stuttgart werden Kohledruckwiderstände für Spannungsregler elektrischer Maschinen in Anwendung gebracht, die unter dem Einfluß von an der Spannung liegenden Elektromagneten stehen*). Da das Zusammenbacken des Kohlepulvers es verhindert, daß der Widerstand seinen Ausgangswert annimmt, auch wenn der Druck des Elektromagnetankers aufhört, so würde die Spannung zu hohe Werte annehmen. Es wird daher am Anker (D in Abb. 11 auf Seite 76, Jahrg. 1915) ein Kontakt angebracht, der mit einem feststehenden Gegenkontakt die Erregerwicklung C kurzschließt oder abschaltet, wenn der Anker so weit von dem Widerstandsmaterial abgehoben ist, daß der Widerstand bei richtiger Beschaffenheit seinen normalen Wert hätte. (Ö. P. Nr. 71 341.)

Eine Reihe von Einzelnheiten an den Druckwiderständen soll verhindern, daß die Körnermasse zusammenbackt, sich ungleich schichtet und dadurch das Spiel des Reglers beeinträchtigt. Es ist vorgeschlagen worden, durch Einsetzen von Zwischenwänden aus Isoliermaterial in die Körnermasse diese in parallele Säulen zu unterteilen. Nunmehr wird empfohlen, diese Zwischenwände aus elastischem Material, Wollfäden usw., herzustellen. Es werden im Körnergehäuse Wollfäden senkrecht zur Druckrichtung gespannt; die Richtung der Fäden ändert sich in den aufeinanderfolgenden Ebenen im Gehäuse, so daß Kreuzungspunkte entstehen, die sich decken oder auch gegeneinander versetzt sind. (Ö. P. Nr. 74 044).

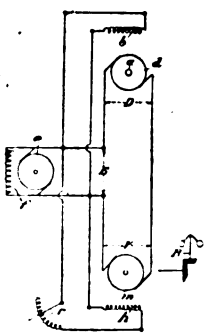


Abb. 12.

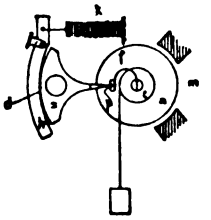


Abb. 13.

Auch die A. G. Brown, Boveri & Cie. verwendet Kohledruckwiderstände bei Spannungsreglern. Die Druckwirkung auf die Kohlenplatten wird hierbei durch einen Wälzsektor übertragen. Die Kohlensäule k (Abb. 13) wird durch den kreisförmigen Hebelarm h gedrückt. Auf diesem wälzt sich der Sektor s ab, der vom Drehmagneten m verstellt wird. Der Drehpunkt d von s auf h, der Stützpunkt p des Sektors und die Drehachse c des Ankers a liegen in einer Geraden. Feder f hat also in bezug auf die Drehachse c kein Moment auszuüben. (D. R. P. Nr. 292 946.)

Die selbsttätigen Regler nach dem Prinzip der Schnellregler bilden immer wieder den Gegenstand erfinderischer Abänderungen.

Die Tastkontakte zur Steuerung des Erregerwiderstandes unterliegen der steten Abnutzung, weil zufolge der elektrolytischen Wirkung das Metall zum Wandern kommt. Man hat deshalb mittels eines von Hand aus bedienten Umschalters die Stromrichtung über die Tastkontakte von Zeit zu Zeit gekehrt. Die Maschinenfabrik Oerlikon macht diese Stromumkehr selbsttätig, indem sie den Umschalter mit einem Amperestundenzähler verbindet, wodurch auch der Vorteil erreicht wird, daß die Umschaltzeit von der Größe des über die Kontakte fließenden Stromes abhängig ist. (D. R. P. Nr. 295 339.)

Wichtig ist es auch, den Gang von Schnellreglern zu beobachten. Zu diesem Zweck dient eine von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft angegebene Einrichtung, bei der der Schnellregler mit einer dessen Gang anzeigenden Vorrichtung (Glühlampe, Morseapparat usw.) verbunden ist. Dabei erhält der Regler neben den Kurzschlußkontakten noch zwei andere Kontakte, die den Stromkreis einer kleinen Glühlampe im gleichen Rhythmus schließen und unterbrechen, in dem die anderen Kontakte den Kurzschluß des Reglerwiderstandes herstellen und aufheben. (D. R. P. Nr. 295 957.)

Diese Einrichtung wird von der Firma weiter dahin vereinfacht, daß weder besondere Kontakte noch eine besondere Stromquelle für die Fernanzeige erforderlich sind, sondern die vorhandenen Reglerkontakte, -ströme und -spannungen hiezu verwendet werden. Zu diesem Zweck sind in den Stromkreisen der Regler Steckvorrichtungen vorgesehen, mittels welcher ein Anzeigeapparat beliebiger Art angeschlossen werden kann. (D. R. P. Nr. 295 890.)

(Fortsetzung folgt.)

*) Siehe E. u. M. 1915, Seite 76.

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Der elektrische Scheintod. (E. u. M. 1918, Heft 32, S. 357.)

Zu den interessanten Ausführungen des Herrn Dr. St. Jellinek in der angeführten Arbeit erlaube ich mir die nachstehenden Bemerkungen vom Standpunkte des Technikers und Statistikers hinzufügen.

Die alljährlich vom Elektrotechnischen Vereine in Wien in E. u. M. veröffentlichten Unfallsanzeigen in elektrischen Betrieben zeigen, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Statistiken und Verfasser, tödliche Unfälle bei Spannungen, welche unterhalb der Gefahrengrenze für Hochspannungsanlagen gelegen sind, während andererseits Unfälle bei weit höheren Spannungen nicht tödlich verlaufen. Von 54 tödlichen Unfällen durch den elektrischen Strom in den Jahren 1907 bis 1913 entfielen 11, das ist 20%, auf Wechselstrom unter 300 V (bis 65 V) bezw. (in wenigen Fällen) Gleichstrom unter 600 V*).

Das hier u. a. O. angeführte Zahlenmaterial beweist zur Genüge, daß das „Gefahrenmoment" des elektrischen Stromes nicht in der Höhe der Spannung liegt, sondern daß neben Stromart, Periodenzahl, Isolationsverhältnissen und Eigenwiderstand des Verunglückten auch noch Zeitpunkt und Dauer der Stromeinwirkung**), sowie die persönliche, durch pathologische Ursachen bedingte Eignung bezw. Widerstandsfähigkeit des vom elektrischen Strome Verletzten bezw. Getöteten maßgebend sind; während der körperliche Widerstand, je nach dem Verlaufe der Strombahn und der jeweiligen Beschaffenheit der Hautoberfläche und des physischen (eventuell nervösen) Zustandes des Verunfallten Schwankungen zwischen 250 und 80 000 (!) Ω nach Angaben verschiedener Autoren zeigt, ist auch die tödlich wirkende Stromstärke zwischen weiten Grenzen gelegen (untere Grenze etwa 0·025 A); dabei spielt die Dauer der Einwirkung eine wesentliche Rolle, indem in vielen Fällen die durch Muskelkrämpfe verursachte Unfähigkeit des Verunglückten, die berührte Leitung loszulassen, die Todesursache bildete.

Es scheint daher sowohl die von Kratter und Battelli-Prévost u. a. vertretene Richtung, welche den „Sekundenherztod durch Herzklammerflimmern" bezw. durch Erstickung infolge Atem- und Muskellähmung, als auch die d'Arsonvalsche u. a. vertretene Anschauung eines durch „Hemmung der Nervenzentren" verursachten „Scheintodes" mit „Verfallsfrist des Todes" je nach den lokalen und persönlichen Umständen ihre Berechtigung zu haben. Es ist hiebei durchaus nicht ausgeschlossen, daß beide Richtungen nur verschiedene, zeitlich aufeinandertolgende Zustandsäußerungen infolge der Stromeinwirkung darstellen.

Eine genügende Klarstellung des zeitlichen Verlaufes der Todesursachen ist in den meisten Fällen nicht möglich, es kann daher nur durch möglichst rasche und genaue Aufzeichnung der den Unfall begleitenden Umstände, sowohl in technischer als klinischer Beziehung, einiges Licht in die Ursachen des „Todes durch Starkstrom und die Rettungsfrage" gebracht werden.

Die zu diesem Zwecke geführte Statistik müßte auf Grund entsprechend ausgearbeiteter Fragebögen, eine tunlichst genaue Angabe des zeitlichen Verlaufes der Stromeinwirkung enthalten; hier ist der Ingenieur und Statistiker vor allem berufen, Hand in Hand mit dem das Spezialgebiet beherrschenden Arzte in der Ausarbeitung der Fragebögen und der einschlägigen Sicherheitsvorkehrungen und Vorschriften für „die erste Hilfeleistung bei elektrischen Unfällen" mitzuwirken.

Wien, 18. August 1918. *Ing. Leopold Rosenbaum.*

Berichtigung.

Induktion und Kapazität von Leitungen. Jahrg. 1918, Hefte 28 und 29. Herr Ing. M. Geertz macht mich darauf aufmerksam, daß es in Formel 10), Seite 319, Heft 28;

$$e_s = \frac{2\,c\,l_m}{1000}\left[\frac{d}{d+2\,h_0} + 4{\cdot}6\log\ldots\right.$$

statt

$$c_s = \frac{2\,c\,l_m}{1000}\left[\frac{d}{d+h_0} + 4{\cdot}6\log\ldots\right.$$

heißen soll.

In den Formeln Seite 326, Heft 29, Zeile 4 und 8 von unten ist $\frac{\varepsilon}{4\pi}$ an Stelle von $\frac{4\pi}{\varepsilon}$ zu setzen.

Oerlikon, 21. 9. 1918. *J. Fischer-Hinnen.*

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 173; ferner E. u. M. 1918, Heft 20, Seite 233.
**) E. u. M. 1918, Heft 30, Seite 340.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
27. Oktober 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 43.
36. Jahrgang.

INHALT:

Theorie und Berechnung des diffusen Reflektors. Von Prof. Ing. Ondracek 477

Wanderwellenschwingungen in Transformatorwicklungen 481

Rundschau 483

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 484

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Theorie und Berechnung des diffusen Reflektors.

Von Prof. Ing. **J. Ondracek**, Wien.

Übersicht. Es wird die Theorie des beliebig gestalteten, vollkommen diffusen Reflektors entwickelt, aus ihr auf die Eigenschaften eines derartigen Reflektors geschlossen und die Berechnung der einfachsten Reflektorformen durchgeführt.

Im Artikel „Der Reflektor" von Dr.-Ing. N. A. Halbertsma (E. T. Z. 1917, Seite 482, 494) findet sich neben einer Zusammenstellung bekannter physikalischer Tatsachen eine Analyse besonderer Reflektorformen (wohl meist kugeliger) vor. Das Ergebnis dieser Analyse, in der Feststellung der Existenz einer kreisförmigen Lichtverteilungskurve für das diffuse Licht eines Reflektors bestehend, kann nicht ohne weiteres auf jede beliebige Reflektorform erstreckt werden; außerdem liefert die Analyse keinerlei Anhaltspunkte für die Berechnung von Reflektoren. Aufschlüsse über diese zwei Punkte lassen sich nur aus der Theorie des diffusen Reflektors gewinnen, deren Entwicklung die anfänglichen von den folgenden Zeilen gewidmet sind.

Im Gegensatze zu der mit dem Lichtstrom operierenden Reflektoranalyse, welche sich nur an die Lichtquelle hält, wird hier der Vorgang der Lichtstärkenmessung mathematisch formuliert und unter gewissen zulässigen Vereinfachungen verfolgt. In der Hauptsache ist daher die Beleuchtung der Milchglas-(Gips)-scheibe des Photometers zu berechnen und der so erhaltene Ausdruck mit dem Quadrate der Entfernung Photometerscheibe-Lichtquelle zu multiplizieren, um die Intensität der Lichtquelle in der Richtung der Photometerachse zu bekommen. Die Vereinfachungen entspringen Annahmen wie: Relativ kleine Abmessungen der Lichtquelle (Punktförmigkeit) gegenüber denen des Reflektors und ein gleiches Verhältnis der Reflektordimensionen zur Entfernung der Lichtquelle beleuchtete Fläche (Photometerscheibe), ferner vollkommen diffuse Reflexion, das heißt eine solche, bei der die Intensität des reflektierten Lichtes nach Lambert dem Cosinus des Ausstrahlungswinkels α proportional ist. Es entspricht dann der Beleuchtungsstärke E in senkrechter Richtung zu einer Stelle der Reflektorfläche und herrührend vom einfallenden Lichte eine Beleuchtungsstärke E' des diffus-reflektierten Lichtes, welche in jeder Richtung dieselbe ist und die Gleichung

$$\pi E' = M E \quad \ldots \ldots \quad 1)$$

befolgt; hierin bezeichnet M das diffuse Reflexionsvermögen, eine bloß von der Beschaffenheit der beleuchteten Reflektorfläche abhängige Größe. 1) spricht die Gleichheit des von einem Flächenstücke ausgestrahlten, diffus-reflektierten Lichtes mit dem senkrecht einfallenden Lichte aus, denn

$$\int_0^{\pi/2} E' \cos\alpha \,.\, 2\pi \sin\alpha \, d\alpha = M E.$$

A. Der mehrfach-diffuse Reflektor.

Es ist dies die häufigst anzutreffende Reflektorform. Da sie von unten gesehen immer konkav erscheint, so muß die Beleuchtungsstärke an irgend einer Stelle der Reflektorfläche nicht nur durch die von der Lichtquelle kommenden Strahlen verursacht werden, sondern auch durch die von allen anderen Stellen der leuchtenden Reflektorfläche zugesandten, diffus-reflektierten Strahlen. In der Berechnung dieser gemischten Beleuchtungsstärke E_g liegt die nicht geringe Schwierigkeit der Lösung des Reflektorproblemes.

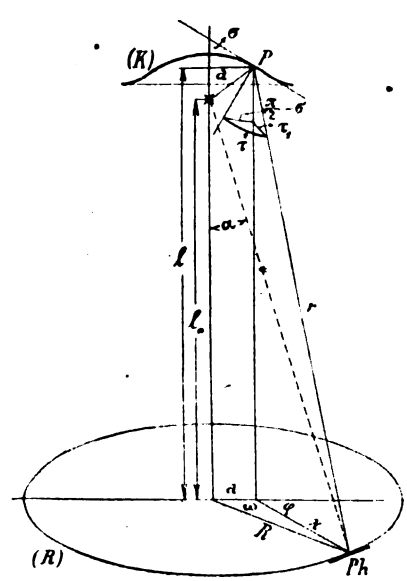


Abb. 1.

Die Kurve (K) der Abb. 1 stellt einen Meridianschnitt durch die Rotationsfläche des Reflektors dar. Von P, einem Punkte der Reflektorinnenfläche (bezw. von der Flächeneinheit um den Punkt P) gehe ein Büschel diffus-reflektierter Strahlen aus, dessen Intensität E' in erster Linie von der gemischten Beleuchtungsstärke E_g daselbst abhängt. Man erhält auf der Photometerscheibe, welche am Umfange eines Kreises vom Halbmesser R und in der Richtung α auf die Lichtquelle eingestellt gedacht ist die Beleuchtungsstärke

$$E_R = E' \,.\, \frac{\cos\tau}{r^2} = E' \,.\, \frac{\cos\tau\cos^2\tau_1}{l^2} =$$

$$= \frac{M}{\pi} E_g \times \frac{\cos\tau\cos^2\tau_1}{l^2},$$

Digitized by Google

welche aber nur von dem im Punkte P diffus-reflektierten Lichte herrührt; τ und τ_1 bezeichnen die Winkel zwischen dem Lichtstrahle PPh und der Reflektornormalen in P bezw. der Reflektorachse. Der senkrechte Abstand l des Punktes P von der Fläche des Kreises (R) kann als konstant angenommen und einer mittleren Entfernung l_0 — angenähert dem Abstande der Lichtquelle von der Fläche des Kreises (R) — gleichgesetzt werden. Aus der Abb. 1 entnimmt man weiters:

$$x^2 = R^2 + a^2 - 2\,a\,R\cos\omega,$$

$$\operatorname{tg}\tau_1 = \frac{x}{l_0},\quad \cos\tau_1 = \frac{l_0}{\sqrt{l_0^2 + R^2 + a^2 - 2\,a\,R\cos\omega}} = \frac{l_0}{\sqrt{A - B\cos\omega}},$$

$$A = l_0^2 + R^2 + a^2,\quad B = 2\,a\,R.$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{R\sin\omega}{a + R\cos\omega},$$

$$\cos\tau = \cos\tau_1\sin\sigma - \sin\tau_1\cos\sigma\cos\varphi,$$

$$= \frac{l_0}{\sqrt{A - B\cos\alpha}}\sin\sigma - \frac{\sqrt{A - B\cos\omega - l_0^2}}{\sqrt{A - B\cos\omega}}\cos\sigma\,\frac{R\sin\omega}{\sqrt{a^2 + R^2 + 2\,a\,R\cos\omega}}.$$

Die auf den ganzen Umfang des Kreises vom Halbmesser R entfallende Lichtmenge L_R berechnet sich sonach mit:

$$L_R = \int_0^{2\pi}\frac{M}{\pi}E_g\,R\,d\omega = \frac{M}{\pi}\cdot\frac{R}{l_0^2}\cdot E_g\int_0^{2\pi}\left[\frac{l_0\sin\sigma}{\sqrt{A - B\cos\omega}} - \frac{\sqrt{A - B\cos\omega - l_0^2}}{\sqrt{A - B\cos\omega}}\cos\sigma\,\frac{R\sin\omega}{\sqrt{a^2 + R^2 + 2\,a\,R\cos\omega}}\right]\times \times\frac{l_0^2}{A - B\cos\omega}\,d\omega.$$

B/A sei vernachlässigbar klein gegenüber der Einheit, somit

$$L_R = \frac{M}{\pi}\,R\,E_g\int_0^{2\pi}\left[\frac{l_0}{A^{3/2}}\sin\sigma - \frac{\sqrt{R^2 + a^2}}{A^{3/2}}\cos\sigma\,\frac{\sin\omega}{\sqrt{a^2 + R^2 + 2\,a\,R\cos\omega}}\right]d\omega = 2\,M\,R\,E_g\sin\sigma\,\frac{l_0}{A^{3/2}},$$

da noch

$$\int_0^{2\pi}\frac{\sin\omega\,d\omega}{\sqrt{a^2 + R^2 + 2\,a\,R\cos\omega}} = -\left[\frac{1}{2}\sqrt{a^2 + R^2 + 2\,a\,R\cos\omega}\right]_0^{2\pi} = 0.$$

Von allen Punkten der Reflektoroberflächenzone zwischen a und $a + da$ empfängt der Kreisumfang die Lichtmenge:

$$2\,\pi\,a\,\frac{da}{\sin\sigma}\cdot L_R,$$

daher von der gesamten, beleuchteten Reflektorfläche die diffus-reflektierte Lichtmenge:

$$L_d = 2\,M\,R\cdot 2\,\pi\,\frac{l_0}{A^{3/2}}\int_{a_1}^{a_2}E_g\,a\,da.$$

E_g ist im allgemeinen vom Orte in der Reflektorfläche oder von a abhängig. Die von der leuchtenden Reflektoroberfläche zu einem Punkte des mehrfach erwähnten Kreisumfanges hinziehenden Strahlen sind mit den von der Lichtquelle auf diesen Kreisumfang fallenden Strahlen infolge der Kleinheit des a gegenüber l_0 fast gleich gerichtet und schließen daher mit der Reflektorachse den Winkel α ein, für den

$$\cos\alpha = \frac{l_0}{A^{1/2}} = \frac{l_0}{\sqrt{l_0^2 + R^2 + a^2}}.$$

Aus dem Mittelwerte $L_d/2\,\pi\,R$, der auf dem Kreis vom Halbmesser R fallenden Lichtmenge bekommt man durch Multiplikation mit dem Quadrate der Entfernung Lichtquelle Punkt P auf dem Kreisumfang die Intensität des diffus-reflektierten Lichtes in der Richtung α mit

$$J_d = 2\,M\cos\alpha\int_{a_1}^{a_2}E_g\,a\,da \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2).$$

Die Lichtverteilungskurve des diffus-reflektierten Lichtes ist hienach ein Kreis, dessen mit der Reflektorachse zusammenfallender Durchmesser von den Abmessungen des Reflektors, von der Stärke seiner Beleuchtung E_g und vom Reflexionsvermögen M abhängt. Damit sind für die Bestimmung des Reflexionsvermögens M, für die Vorausberechnung des Reflektors und die Vorbestimmung der Lichtverteilungskurve einer Lichtquelle mit Reflektor die möglichen Unterlagen geschaffen — immer vorausgesetzt, die Abmessungen des Reflektors seien gering gegen seine Aufhängehöhe über der beleuchteten Fläche, und die Lichtquelle sei nahezu punktförmig zu nennen.

Die durch E_g angedeutete Abhängigkeit der Reflektorwirkung von der Lage der Lichtquelle zum Reflektor ist unbeträchtlich, weil eine kleine Verschiebung der Lichtquelle in der Richtung der Reflektorachse im allgemeinen nur eine geringe Änderung in der Verteilung des auf die Reflektorfläche fallenden Lichtes zur Folge haben kann.

Die in der Richtung α vorhandene Lichtstärke J erscheint als Summe der Intensität J_α des von der Lichtquelle einfallenden und der Intensität J_d des in dieser Richtung diffus-reflektierten Lichtes:

$$J = J_\alpha + J_d.$$

Aus den Lichtverteilungskurven einer Lichtquelle ohne und mit Reflektor ist daher der Durchmesser des Diffusionskreises (Lichtverteilungskurve des diffusen Lichtes) leicht zu erhalten, jedoch empfiehlt es sich, ihn nicht allein aus der Differenz der Vertikalintensitäten, in welcher häufig noch die spiegelnde Reflexion zum Ausdruck kommt, zu bestimmen, sondern auch die Differenz $J - J_\alpha = J_d$ für einen zwischen der Null und dem Randwinkel des Reflektors liegenden Wert des Winkels α zu benutzen; diese Differenz ergibt, durch $\cos\alpha$ dividiert, den vorerwähnten Kreisdurchmesser. Die Aufstellung der beiden Intensitätsdifferenzen für $\alpha = 0$ und $\alpha = \alpha$ genügt somit vollständig zur Charakterisierung eines Reflektors; es dürfte sich kaum eine andere Methode ersinnen lassen, die rascher die Lichtverstärkung durch diffuse Reflexion und das Vorhandensein von spiegelnder Reflexion — dieser das Auge so schädigenden Begleiterscheinung — festzustellen gestattete.

Aus der analytischen Behandlung des Reflektorproblems geht auch hervor, daß die Genauigkeit der Lichtstärkenmessung beim Reflektor in weit höherem

Digitized by Google

Maße von der zulässigen Anwendbarkeit des quadratischen Entfernungsgesetzes abhängig ist, als bei Lichtquellen ohne Reflektor.

Die Voraussetzung, daß alle von einem Punkte P des Reflektors an den Kreis (R) abgehenden, diffus-reflektierten Strahlen die ganze Mantelfläche eines Kegels erfüllen müssen, trifft bei Strahlenkegeln, welche dem Rande des Reflektors benachbarte Strahlen enthalten um so weniger zu, je mehr diese Strahlen gegen den Rand zu liegen; die hieraus entspringende Änderung der Lichtverteilun gist aber zu unbeträchtlich*), als daß es sich verlohnte, die diesbezügliche, weitläufige Untersuchung durchzuführen. Weitere bekannte Tatsachen wie: Unabhängigkeit der Form der Lichtausstrahlungskurve von der besonderen Gestaltung des Reflektors sowie die lichtschwächende Wirkung von tiefen Wellungen und Rillen (Unterbrechung der Strahlenkegel des diffusen Lichtes) sind unmittelbar einzusehen.

B. Der einfach-diffuse Reflektor.

Einfach-diffuse Reflexion findet nur dann statt, wenn kein von einem Punkte des Reflektors ausgehender Strahl die übrige Reflektorfläche treffen kann; hieher gehören demnach der ebene Reflektor und einige konvexe Reflektoren, wie der konvex-kugelige und der konvex-kegelförmige Reflektor — konvex im Sinne von „aufgebogen“ oder „vom Beschauer abgewendet“ gebraucht.

Gleichung 2) schreibt sich jetzt:

$$J_d = 2\,M \cos\alpha \int_{a_1}^{a_2} E_e\, a\, d\,a \quad \ldots\ldots 3)$$

und darin ist M das Reflexionsvermögen, ferner die bloß von den direkten Strahlen der Lichtquelle herrührende Beleuchtungsstärke E_e der Reflektorfläche an der durch a gegebenen Stelle (Kreis vom Halbmesser a)

$$E_e = \frac{J_\delta}{\rho^2}\cos\varepsilon,$$

worin J_δ die Intensität des in der Richtung δ von der Lichtquelle direkt einfallenden Strahles bedeutet, ρ die Entfernung Lichtquelle-Reflektorpunkt und ε den Winkel zwischen ρ und der Normalen im Reflektorpunkte auf die Reflektorfläche. Das Integral der obigen Gleichung kann immer ausgemittelt werden und erscheint entweder in Form eines geschlossenen analytischen Ausdruckes oder läßt sich angenähert auswerten.

C. Berechnung einiger Reflektorformen.

a) Der ebene Reflektor.

Bei diesem einfach-diffusen Reflektor ist die Beleuchtungsstärke E_e auf jener Stelle des Reflektors, die von den direkten, unter dem Winkel δ gegen die Vertikale geneigten Strahlen der Intensität J_δ getroffen wird

$$E_e = -\frac{J_\delta}{\rho^2}\cos\delta$$

und da $a = \rho\sin\delta$, $d\,a = \rho\cos\delta\,d\,\delta + d\,\rho\sin\delta$, ferner $-\rho\cos\delta = n$, $d\,\rho = -n\sin\delta\,d\,\delta/\cos^2\delta$ — wenn n die Länge des Lotes vom Lichtpunkt auf die Reflektorebene bezeichnet (Abb. 2) — so bekommt man für die Lichtstärke J_d des diffus-reflektierten Lichtes

$$J_d = -2\,M\cos\alpha\int_{\delta_1}^{\delta_2} J_\delta \sin\delta\, d\,\delta.$$

*) E. T. Z. 1917, Abb. 19 und 25, Seite 495 und 496.

Diese Gleichung formt sich nach Einführung des auf die kreisförmige oder kreisringförmige Reflektorfläche entfallenden Lichtstromes

$$\Phi = 2\pi\int_{\delta_1}^{\delta_2} J_\delta \sin\delta\, d\,\delta,$$

um in die andere

$$J_d = -\frac{M}{\pi}\Phi\cos\alpha \quad \ldots\ldots 4),$$

wonach die Intensität des diffus-reflektierten Lichtes dem genannten Lichtstrome proportional ist; der letztere kann aus einer aufgenommenen Lichtverteilungskurve und einer Zeichnung des Reflektors samt Lichtquelle (Bestimmung der Randwinkel δ_1 und δ_2) nach der Formel

$$\left.\begin{aligned}\Phi &= 2\pi\frac{\delta_2-\delta_1}{m}\left[\sum_0^m r\,J_{\delta r}\sin\delta_r - \frac{J_{\delta_1}\sin\delta_0 + J_{\delta m}\sin\delta_m}{2}\right]\\ \delta_r &= r\frac{\delta_2-\delta_1}{m}\end{aligned}\right\} 5),$$

berechnet werden. Das Reflexionsvermögen M ist durch 10^4 zu dividieren, wenn die Dimensionen des Reflektors in cm gemessen angenommen werden und dürfte für die gebräuchlichen Reflektoren ungefähr den Wert 0·7 bis 0·8 haben.

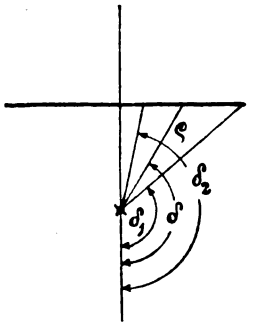


Abb. 2.

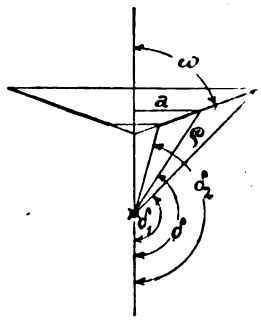


Abb. 3.

b) Der konvex-kegelförmige Reflektor.

Für diesen ebenfalls einfach-diffusen Reflektor erhält man

$$E_e = \frac{J_\delta}{\rho^2}\sin(\omega-\delta)$$

und zufolge Abb. 3 noch $a = \rho\sin\delta$ sowie

$$\rho = n/\sin(\delta-\omega),$$

woraus nach einigen Vereinfachungen auf ähnlichem Wege wie vorher folgt:

$$J_d = -\frac{M}{\pi}\Phi\sin\omega\,.\cos\alpha \quad \ldots\ldots 6).$$

Die Wirkung dieser Reflektorform nimmt daher im Vergleiche zu einem von demselben Lichtstrome getroffenen, ebenen Reflektor gerade so ab, wie der Sinus des Winkels ω zwischen der Reflektorerzeugenden und der Reflektorachse.

c) Der konvex-kugelige Reflektor.

Hier ergibt sich keine so einfache Beziehung in der Lichtstärke des einfach-diffus reflektierten Lichtes zum aufgefangenen Lichtstrome wie unter a) und b); es muß vielmehr das Integral in der Gleichung

$$J_d = -2\,M\cos\alpha\int\frac{J_\delta}{\rho^2}\sin(\delta-\omega)\,r^2\sin\omega\cos\omega\,d\,\omega,$$

$$= -2\,M\cos\alpha\int J_\delta\sin(\delta-\omega)\sin^2\delta\,\mathrm{tg}\,\omega\,d\,\omega \quad . \quad 7)$$

Digitized by Google

ähnlich angenähert berechnet werden wie der Lichtstrom unter a). Abb. 4 enthält die vorkommenden Größen ρ, r, δ und ω.

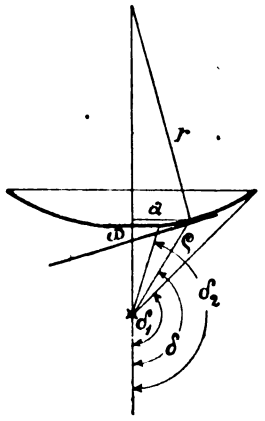


Abb. 4.

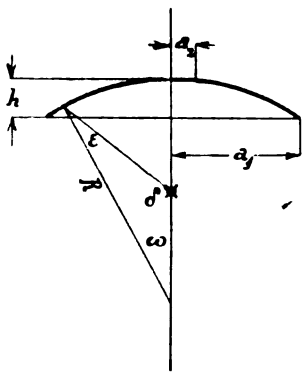


Abb. 5.

d) Der konkav-kugelige Reflektor.

Obwohl zu den mehrfach-diffusen Reflektoren zählend, bietet er bei der analytischen Behandlung keinerlei Schwierigkeiten. Es ist die Beleuchtungsstärke E_g auf seiner Fläche

$$E_g = -\frac{M}{R^2\left(1-\frac{h}{2R}M\right)} \cdot J_\bigcirc + \frac{J_\delta}{\rho^2}\cos\varepsilon;$$

R ist der Halbmesser jener Kugelfläche, zu welcher die Reflektorfläche als Zone von der Höhe h gehört (Abb. 5), $h/2R = 2\pi R h/4\pi R^2$ ist das Verhältnis der Zonenfläche zur Kugelfläche, $J_\bigcirc$ die mittlere sphärische Intensität der Lichtquelle. $a = R\sin\omega$, $da = R\cos\omega\, d\omega$ und E_g in die Gleichung 2) eingeführt, wandeln diese um in

$$J_d = 2M\cos\alpha\frac{M}{R^2\left(1-\frac{h}{2R}M\right)} J_\bigcirc R^2\int_{\omega_1}^{\omega_2}\sin\omega\cos\omega\, d\omega + N$$

$$= M\cdot\frac{M\cos\alpha}{1-\frac{h}{2R}M} J_\bigcirc\cdot\frac{F}{R^2\pi} + N,\ F = (a_1^2 - a_2^2)\pi \quad 8).$$

Die Diffusionswirkung des Reflektors ist daher zum Teil außer der mittleren, sphärischen Lichtstärke $J_\bigcirc$ noch jener Kreisringfläche F proportional, welche als Projektion der Reflektorfläche auf eine Ebene senkrecht zur Reflektorachse erscheint. Mit N wurde der Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung 7) bezeichnet.

e) Der konkav-kegelförmige Reflektor.

Wegen der in diesem Falle ziemlich komplizierten, mathematischen Behandlung der mehrfach-diffus reflektierten Strahlung empfiehlt sich die Zurückführung auf den vorigen Fall, und zwar besonders bei flachen, tellerförmigen Reflektoren. In Wirklichkeit bekommt man dann eine bessere Lichtwirkung, als die Berechnung voraussagt, was nicht unerwünscht ist.

f) Das diffuse Reflexionsvermögen M.

Diese für die Berechnung der Reflektoren wichtige Konstante soll im Folgenden näher untersucht und aus Angaben über eine spezielle Reflektorform bestimmt werden.

Aus der Gleichung 2) folgt das Reflexionsvermögen M mit

$$M = \frac{J_d}{2\cos\alpha\int_{a_1}^{a_2} E_e\, a\, d\, a},$$

worin

$$E_e = \frac{J_\delta}{\rho^2}\cos\varepsilon.$$

J_δ wird gemessen, E_e berechnet; J_δ ist im allgemeinen größer als nach der Theorie anzunehmen, weil die wirkliche Beleuchtung an der Reflektorinnenfläche stärker ausfällt als bei Lichtpunktannahme. Das gleiche gilt vom Nenner in M, da das quadratische Entfernungsgesetz für die kurzen Entfernungen zwischen Lichtpunkt und Reflektorfläche nicht mehr zutrifft. Im allgemeinen ist der Einfluß des Zählers in M erheblicher oder das berechnete M etwas größer, als es der Wirklichkeit entspricht.

Der nachstehenden Berechnung des Reflexionsvermögens liegen die aus der Abb. 19 der Artikel von Dr.-Ing. N. A. Halbertsmas entnommenen Angaben zugrunde. Da die punktförmige Lichtquelle im Kugelmittelpunkt liegt, so hat man im Integrale das N einzusetzen: $\varepsilon = 0$, $\delta - \omega = \pi/2$ und erhält dann

$$-\int_{\omega_1}^{\omega_2} J_\delta \sin(\delta-\omega)\sin^2\delta\,\mathrm{tg}\,\omega\, d\,\omega = \int_{\delta_1}^{\delta_2} J_\delta \sin\delta\cos\delta\, d\,\delta.$$

Die Fläche des abgebildeten Lichtstromdiagrammes im Betrage von 2590 mm² gibt durch die Basis des Lichtstromdiagrammes — 96·5 mm — dividiert die mittlere räumliche Lichtstärke

$$J_\bigcirc = \frac{2590}{96{\cdot}5} = 26{\cdot}85$$

in den dort gemeinten, übrigens beliebigen Einheiten, denn die Gleichung 8) enthält auf ihren beiden Seiten Lichtstärken. Aus dem Bilde des Reflektors folgen ferner die Größen:

$$R = 15{\cdot}4\text{ cm},\ h = 11{\cdot}6\text{ cm},\ h/2R = 0{\cdot}376,$$
$$a_1 = 3\text{ cm},\ a_2 = 15\text{ cm},\ F = (15^2 - 3^2)\pi = 680\text{ cm}^2,$$
$$F/R^2\pi = 0{\cdot}91.$$

Vom Integrale

$$\int_{\delta_1}^{\delta_2} J_\delta \sin\delta\cos\delta\, d\,\delta$$

erhält man einen Näherungswert wie folgt: Man denke sich die Funktion unter dem Integralzeichen berechnet und als Ordinate y zur Abszisse δ aufgetragen bezw. die Kurve (δ, y) gezeichnet; die Abszissendifferenz $\delta_2 - \delta_1$ werde in 10 Teile geteilt, und die den einzelnen Teilen entsprechenden Streifen der Kurvenfläche werden berechnet; diese Streifenflächen erscheinen, addiert, in der Summe

$$S = \frac{\delta_2 - \delta_1}{10}\sum_{r=0}^{r=10} r\, J_{\delta r}\sin\delta_r\cos\delta_r,$$

welche, da sie im allgemeinen zu groß gegen den wahren Wert des Integrales ausfällt, eine Verminderung um das Mittel aus den äußersten Gliedern

$$\sigma = \frac{J_{\delta 0}\sin\delta_0\cos\delta_0 + J_{\delta 10}\sin\delta_{10}\cos\delta_{10}}{2}\cdot\frac{\delta_2-\delta_1}{10}$$

erfahren muß. Dieses Vorgehen ist gleichbedeutend mit dem Ansatz

$$S' = \frac{\delta_2-\delta_1}{2\,.\,10}\cdot\left(\sum_{r=1}^{r=10} + \sum_{r=0}^{r=9}\right) J_{\delta r}\sin\delta_r\cos\delta_r,$$

*) E. T. Z. 1917, Seite 495.

Digitized by Google

dem arithmetischen Mittel aus zwei Gruppen von Kurvenflächenstreifen, deren eine der Kurve einbeschrieben, während die andere ihr umschrieben ist. Weiters ergibt das erwähnte Reflektorbild:

$$\delta_0 = 103{\cdot}5^0,\ \delta_{10} = 168{\cdot}5^0,$$

$$\gamma = \frac{\delta_2 - \delta_1}{10} = 6{\cdot}5^0$$

oder im Bogenmaß

$$\gamma = 0{\cdot}1134.$$

Die Berechnung von S' ist aus der nachstehenden Zusammenstellung zu entnehmen.

r	δ_0	$\delta_r = \delta_0 + r\gamma$	$\sin\delta_r$	$-\cos\delta_r$	J_r	$-J_r \sin\delta_r \cos\delta_r$
0	103·5	103·5	0·972	0·234	30	6·81
1	103·5	110	0·94	0·34	29·6	9·53
2	103·5	116·5	0·895	0·446	28·8	11·54
3	103·5	123	0·84	0·545	27·5	12·6
4	103·5	129·5	0·772	0·636	26	12·8
5	103·5	136	0·695	0·72	24	12
6	103·5	142·5	0·61	0·793	22·5	10·9
7	103·5	149	0·515	0·857	21·5	9·5
8	103·5	155·5	0·415	0·91	19	7·15
9	103·5	162	0·31	0·95	15	4·42
10	103·5	168·5	0·199	0·98	12	2·34
						99·59

$$S' = -0{\cdot}1134\,(99{\cdot}59 - 4{\cdot}58) = -10{\cdot}78.$$

Der behandelte Reflektor erweist sich, seinem Lichtstromdiagramme (Gerade) zufolge, als vollkommen diffuser Reflektor; die Stärke des diffus-reflektierten Lichtes in der Richtung $\alpha = 0$ wurde mit 24 mm abgemessen. Alle erhaltenen Zahlenwerte ergeben, in Gleichung 8) eingeführt, die folgende quadratische Gleichung.

$$M^2 + 0{\cdot}76\,M - 1{\cdot}46 = 0,$$

woraus das diffuse Reflexionsvermögen mit dem Betrage

$$M = -0{\cdot}38 + 1{\cdot}265 = 0{\cdot}885$$

hervorgeht. Dieser Wert erscheint etwas größer als der Durchschnittswert 0·8 für das Reflektormaterial; der Grund hiefür ist eingangs dieses Abschnittes angegeben worden, jedoch mag auch die ungenaue Annahme des Durchmessers der oberen Reflektoröffnung diesbezüglich von Einfluß gewesen sein.

Wanderwellenschwingungen in Transformatorwicklungen.

Die Darmstädter Doktordissertation von O. Böhm*): „Rechnerische und experimentelle Untersuchung der Einwirkung der Wanderwellenschwingungen in Transformatorwicklungen" hat K. W. Wagner veranlaßt, diese Frage nochmals für eine Spule nach Abb. 1 mit endlicher Windungszahl mit Hilfe von Differenzen-

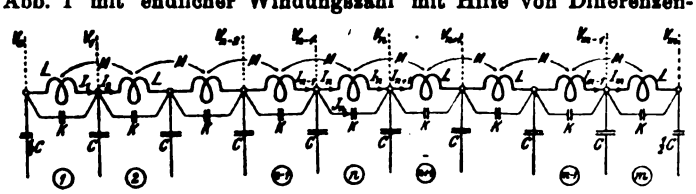


Abb. 1.

gleichungen und unter Berücksichtigung der Wechselinduktivität M zwischen direkt benachbarten Windungen durchzuarbeiten**). Die m-Windungen der Spule sind in Abb. 1 mit 1, 2, 3 . . . $(n-1)$, n, $(n+1)$ . . . $(m-1)$ und m bezeichnet. Die Spannungen gegen Erde sind mit V_0, V_1 . . . V_m, die Ströme in den einzelnen Windungen mit I_1, I_2 . . . I_m bezeichnet. Am Anfang der Spule wird die Spannung $V_0 = E \sin\omega t$ aufgedrückt. Dann gelten in Vektorform folgende zwei Gleichungen (der Strich auf den Zeichen macht sie zu Vektoren):

$$\bar{V}_{n-1} - \bar{V}_n = j\omega L \bar{I}_n + j\omega M(\bar{I}_{n-1} - \bar{I}_n) + j\omega M(\bar{I}_{n-1} - \bar{I}_n) \quad 1),$$

$$\bar{I}_n - \bar{I}_{n+1} = j\omega C \bar{V}_n - j\omega K(\bar{V}_{n-1} - \bar{V}_n) - j\omega K(\bar{V}_{n-1} - \bar{V}_n) \quad 2),$$

wenn L die Selbstinduktivität einer Windung, M die Wechselinduktivität zwischen zwei benachbarten Windungen, K die Kapazität zwischen Windung und Windung, C zwischen Windung und Erde ist. $\omega = 2\pi f$ ist die Kreisfrequenz. Als Grenzbedingungen gelten $\bar{V}_0 = \bar{E}$, ferner $\bar{V}_m = 0$, wenn das Spulenende geerdet ist. Außerdem nimmt die Gleichung 1) für die letzte und erste Windung eine vereinfachte besondere Form an, weil das dritte bezw. zweite Glied rechts entfällt, da es keine nullte und keine $(m+1)$. Windung gibt. Für die Spannungs- und Stromverteilung längs der Wicklung folgt dann

$$\bar{V}_n = \bar{E}\left[a_1 \frac{\operatorname{Sin}\mu_1(m-n)}{\operatorname{Sin}\mu_1 m} + a_2 \frac{\sin\mu_2(m-n)}{\sin\mu_2 m}\right] \quad 3),$$

$$\bar{I}_n = \bar{E}\,b\left[\frac{\operatorname{Cof}\mu_1\left(m-n+\frac{1}{2}\right)}{\operatorname{Sin}\mu_1 \operatorname{Sin}\frac{\mu_1}{2}} + \frac{\cos\mu_2\left(m-n+\frac{1}{2}\right)}{\sin\mu_2 m \sin\frac{\mu_2}{2}}\right] \quad 4)$$

mit

$$a_1 = \frac{1 + \frac{C}{2K} - \cos\mu_2}{\operatorname{Cof}\mu_1 - \cos\mu_2} \quad 5),$$

$$a_2 = \frac{\operatorname{Cof}\mu_1 - 1 - \frac{C}{2K}}{\operatorname{Cof}\mu_1 - \cos\mu_2} \quad 6),$$

$$b = \frac{e^1}{j\omega M}\,\frac{C}{4K}\,\frac{1}{\operatorname{Cof}\mu_1 - \cos\mu_2} \quad 7).$$

Ferner

$$2\operatorname{Sin}\frac{\mu_1}{2} = \pm\sqrt{\xi_1} \text{ und } 2\sin\frac{\mu_2}{2} = \pm\sqrt{-\xi_2} \quad 8)$$

und

$$\left.\begin{matrix}\xi_1\\ \xi_2\end{matrix}\right\} = -\frac{1}{2}\left(\frac{L}{M} - \frac{C}{K} - \frac{1}{MK\omega^2}\right) \pm$$

$$\pm\sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{L}{M} - \frac{C}{K} - \frac{1}{MK\omega^2}\right)^2 + \frac{LC}{MK}}.$$

Für $\xi_1 = -\xi_2$ ergibt sich die kritische Frequenz 9),

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LK - MC}} \approx \frac{1}{\sqrt{LK}} \quad 10),$$

das ist angenähert die Eigenfrequenz einer Windung. Bei $\omega = \omega_0$ tritt Stromresonanz auf, wobei im Spulendraht und in der Windungskapazität starke in Opposition verlaufende Ströme fließen, während der Gesamtstrom klein ist. In einem Zahlenbeispiel ergibt sich für $\omega = \omega_0$ ein Wert $a_1 = a_2 = 0{\cdot}5$, während für $\omega \ll \omega_0$ die Amplitude $a_1 = 0$ und $a_2 = 1$, dagegen für $\omega \gg \omega$ die Amplitude $a_1 = 1$ und $a_2 = 0$ ist. Im ersten Falle überwiegt die Sinusverteilung, im zweiten die Hyperbelverteilung.

Der Strom $\bar{I}_n$ durchfließt die einzelnen Windungen, er ist der Windungsstrom; durch die Windungskapazität K fließt der Querstrom $J_n = j\omega K(\bar{V}_{n-1} - \bar{V}_n)$, der sich aus Gleichung 3) leicht ergibt zu

$$\bar{J}_n = -\omega^2 LK\bar{E}\,b\left[\left(1 + \frac{4M}{L}\operatorname{Sin}^2\frac{\mu_1}{2}\right)\frac{\operatorname{Cof}\mu_1\left(m-n+\frac{1}{2}\right)}{\operatorname{Sin}\mu_1 m \operatorname{Sin}\frac{\mu_1}{2}} + \left(1 - \frac{4M}{L}\sin^2\frac{\mu_2}{2}\right)\frac{\cos\mu_2\left(m-n+\frac{1}{2}\right)}{\sin\mu_2 m \sin\frac{\mu_2}{2}}\right] \quad 11).$$

Bei tiefen Frequenzen $\omega \ll \omega_0$ überwiegt der Windungsstrom, und zwar sein Sinusglied, bei hohen Frequenzen $\omega \gg \omega_0$ überwiegt dagegen der Querstrom, und zwar das Hyperbelglied.

Wird $\sin\mu_2 m = 0$, so wachsen Spannung $\bar{V}_n$ und Strom $\bar{I}_n$ auf unendlich große Werte an. Die zugehörigen Resonanzfrequenzen sind

*) E. u. M. 1917, Seite 341.

**) Archiv f. Elektrot., Bd. VI, 8. und 9. Heft.

Digitized by Google

$$\omega_K = \frac{2 \sin \frac{k\pi}{2m}}{\sqrt{\left(L - 4M \sin^2 \frac{k\pi}{2m}\right)\left(C + 4K \sin^2 \frac{k\pi}{2m}\right)}} \quad . \quad 12)$$

mit $k = 1, 2 \ldots m$.

Die obere Grenzfrequenz für $k = m$ ist

$$\omega_m = \frac{2}{\sqrt{(L - 4M)(C + 4K)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11a)$$

Wesentlich einfacher werden alle Gleichungen, wenn man $M = 0$ setzt, was praktisch vollständig zulässig ist. Solange $\omega < \omega_0$ bleibt, ist dann

$$\mathfrak{Sin} \frac{\mu_1}{2} = \infty \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13),$$

$$\sin \frac{\mu_2}{2} = \frac{\frac{1}{2}\omega\sqrt{LC}}{\sqrt{1 - LK\omega^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14),$$

$$a_1 = 0 \text{ und } a_2 = 1 \text{ und } b = \frac{2 \sin^2 \frac{\mu_2}{2}}{j\omega L} \quad . \quad . \quad . \quad 15).$$

Hiemit folgt aus 3), 4) und 11)

$$\bar{V}_n = \bar{E} \frac{\sin \mu_2 (m - n)}{\sin \mu_2 m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16),$$

$$\bar{I}_n = \frac{2\bar{E}}{j\omega L} \frac{\sin \frac{\mu_2}{2} \cos \mu_2 \left(m - n + \frac{1}{2}\right)}{\sin \mu_2 m} \quad . \quad . \quad . \quad 17),$$

$$\bar{J}_n = 2 j \omega K \bar{E} \frac{\sin \frac{\mu_2}{2} \cdot \cos \mu_2 \left(m - n + \frac{1}{2}\right)}{\sin \mu_2 m} \quad . \quad . \quad 18),$$

$$\bar{J}_n / \bar{I}_n = \omega^2 L K \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 18a)$$

Wird dagegen $\omega > \omega_0$, so gilt

$$\mathfrak{Sin} \frac{\mu_1}{2} = \frac{\frac{1}{2}\omega\sqrt{LC}}{\sqrt{LK\omega^2 - 1}} \text{ und } \sin \frac{\mu_2}{2} = \infty \quad . \quad . \quad 19)$$

sowie $a_1 = 1$ und $a_2 = 0$ und $b = \frac{2 \mathfrak{Sin}^2 \frac{\mu_1}{2}}{j\omega L}$ . . 20).

Damit ergibt sich aus Gleichung 3), 4) und 11)

$$\bar{V}_n = \bar{E} \frac{\mathfrak{Sin} \mu_1 (m - n)}{\mathfrak{Sin} \mu_1 m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 21),$$

$$\bar{I}_n = \frac{2\bar{E}}{j\omega L} \frac{\mathfrak{Sin} \frac{\mu_1}{2} \mathfrak{Cof} \mu_1 \left(m - n + \frac{1}{2}\right)}{\mathfrak{Sin} \mu_1 m} \quad . \quad . \quad 22),$$

$$\bar{J}_n = 2 j \omega K \bar{E} \frac{\mathfrak{Sin} \frac{\mu_1}{2} \mathfrak{Cof} \mu_1 \left(m \quad n + \frac{1}{2}\right)}{\mathfrak{Sin} \mu_1 m} \quad . \quad . \quad 23),$$

$$\bar{J}_n / \bar{I}_n = \omega^2 L K \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 24).$$

Der Übergang zur homogenen Wicklung ergibt sich, wenn man die Windungszahl m mehr und mehr erhöht. Ist l die ganze Wicklungslänge, so gilt für den Zustand im Abstand x vom Wicklungsanfang für die Spannung gegen Erde

$$\bar{V}_x = \bar{E} \left[\frac{q^2 + \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} \frac{\mathfrak{Sin} p (l - x)}{\mathfrak{Sin} p l} + \frac{p^2 - \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} \frac{\sin q (l - x)}{\sin q l} \right] \quad 25),$$

für den Windungsstrom

$$\bar{I}_x = \frac{\bar{E}}{j\omega L_1} \frac{p q}{p^2 + q^2} \left[q \frac{\mathfrak{Cof} p (l - x)}{\mathfrak{Sin} p l} + p \frac{\cos q (l - x)}{\sin q l} \right] \quad . \quad 26),$$

für den Querstrom

$$\bar{J}_x = j\omega K_1 \bar{E} \left[\frac{q^2 + \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} p \frac{\mathfrak{Cof} p (l - x)}{\mathfrak{Sin} p l} + \right. \\ \left. + \frac{p^2 - \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} q \frac{\cos q (l - x)}{\sin q l} \right] \quad . \quad . \quad 21).$$

Dabei ist

$$\left.\begin{matrix} p \\ q \end{matrix}\right\} = \sqrt{\mp A + \sqrt{A^2 + \frac{L_1 C_1}{M_1 K_1}}} \\ A = \frac{1}{2}\left(\frac{L_1}{M_1} - \frac{C_1}{K_1} - \frac{1}{M_1 K_1 \omega^2}\right) \quad . \quad . \quad 28),$$

L_1, M_1, C_1, K_1 sind die Selbstinduktivität, Wechselinduktivität, Kapazität gegen Erde und Windungskapazität je pro Längeneinheit.

Die bisherigen Beziehungen enthalten sowohl die direkt einfallenden wie die reflektierten Wellenzüge, die eben zusammen die durch Gleichung 12) gegebenen Resonanzerscheinungen veranlassen. Die Spannungsverteilung beim Eindringen einer periodischen Welle in eine Spule wird zunächst durch die reflektierten Wellen nicht beeinflußt, die Spule wirkt zuerst wie eine einseitig unbegrenzte Wicklung. Unter Zugrundelegung des Idealfalles der homogenen Wicklung ergibt sich für das Eindringen einer periodischen Welle (in eine unendlich lange Spule) folgende Spannungs- und Stromverteilung:

$$\bar{V}_x = \bar{E} \left[\frac{q^2 + \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} \varepsilon^{-px} + \frac{p^2 - \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} \varepsilon^{-jqx} \right] \quad . \quad . \quad 29),$$

$$\bar{I}_x = \frac{\bar{E}}{j\omega L_1} \frac{p q}{p^2 + q^2} \left[q \varepsilon^{-px} + j p \varepsilon^{-jqx} \right] \quad . \quad . \quad 30).$$

Das Spannungsgefälle ist

$$\bar{g} = -\frac{d\bar{V}_x}{dx} = p\bar{E}_1 \varepsilon^{-px} + jq\bar{E}_2 \varepsilon^{-jqx} \quad . \quad . \quad . \quad 31).$$

$$\text{mit } E_1 = E \frac{q^2 + \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} \text{ und } E_2 = E \frac{p^2 - \frac{C_1}{K_1}}{p^2 + q^2} \quad . \quad . \quad 32).$$

Am Anfang der Wicklung ist das Spannungsgefälle

$$\bar{g}_0 = p E_1 + j q E_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 33)$$

oder zahlenmäßig

$$g_0 = \sqrt{p^2 E_1^2 + q^2 E_2^2} = E \sqrt{\frac{p^2 q^2 + \left(\frac{C_1}{K_1}\right)^2}{p^2 + q^2}} \approx \\ \approx \frac{E\omega\sqrt{L_1 C_1}}{\sqrt[4]{(L_1 K_1 \omega^2 - 1)^2 + 4 L_1 C_1 M_1 K_1 \omega^4}} \quad . \quad 34).$$

Das höchste Spannungsgefälle am Spulenanfang ist bei $\omega = \omega_0$

$$g_{0m} = E \sqrt[4]{\frac{L_1 C_1}{4 M_1 K_1}} = \frac{E}{l_w} \sqrt[4]{\frac{LC}{4MK}} \quad . \quad . \quad 35),$$

wenn l_w die Windungslänge ist.

Das Spannungsgefälle g ist aber nicht am Spulenanfang am größten, sondern steigt beim Eindringen in die Wicklung zunächst an und erreicht nach einer Viertelwellenlänge vom Anfang seinen Höchstwert. g besteht nach Gleichung 31) aus 2 Vektoren, dem allmählich mit x abnehmenden immer gleichgerichteten Vektor $p E_1$ und dem gleich stark bleibenden, seine Richtung ändernden $q E_2$, die für $x = 0$ aufeinander senkrecht stehen. Nach einer Viertelwellenlänge $\lambda/4$ ist aber $q E_2$ um 90° also in die Richtung des ersten Vektors $p E_1$ gedreht, der allerdings inzwischen kleiner geworden ist; immerhin wird im allgemeinen die algebraische Summe

$$g_{\lambda/4} = p E_1 \varepsilon^{-p\lambda/4} + q E_2$$

der beiden Vektoren größer sein als $g_0 = \sqrt{p^2 E_1^2 + q^2 E_2^2}$.

Dabei ist die Wellenlänge $\lambda = f v = \frac{2\pi}{q}$.

Zusammenfassend sagt K. W. Wagner:

1. Das wichtigste Kennzeichen einer Spule ist das Vorhandensein einer sogenannten kritischen Frequenz. Wellen von niedrigerer Frequenz läßt die Spule im wesentlichen ungeschwächt durch, während sie Wellen, deren Frequenz oberhalb der kritischen liegt, kaum eindringen läßt (Rüdenberg). Die kritische Frequenz ist sehr angenähert gleich der Eigenfrequenz einer Windung (Wagner).

2. Unterhalb der kritischen Frequenz findet die Stromleitung fast ausschließlich durch den Leitungsdraht, oberhalb der kritischen Frequenz dagegen hauptsächlich quer durch die Isolation von Windung zu Windung statt (Steinmetz, Böhm).

3. Die eindringende Welle spaltet sich in zwei Teile, von denen nur einer als wirkliche Welle in die Wicklung einläuft, während der zweite eine hyperbolische (aperiodisch fallende) Spannungs- und Stromverteilung hervorbringt. Unterhalb der kritischen Frequenz überwiegt das erste, oberhalb das zweite Glied (Böhm). Oberhalb einer bestimmten Grenzfrequenz verwandelt sich auch das Wellenglied in ein hyperbolisches Glied. Die Grenzfrequenz liegt meist über der kritischen Frequenz; sie rückt um so dichter an sie heran, je kleiner die Wicklungskonstante M (das ist die von den Stromunterschieden in den Nachbarwindungen herrührende Gegeninduktivität) ist (Wagner).

Digitized by Google

4. Resonanz tritt ein, wenn die aufgedrückte Frequenz gleich einer der Eigenfrequenzen der Wicklung ist. Ihre Anzahl ist gleich der Windungszahl. Die Eigenfrequenzen liegen zwischen Null und der Grenzfrequenz; sie verteilen sich aber nicht gleichmäßig über diesen Bereich, sondern häufen sich in der Umgebung der Grenzfrequenz (Wagner).

5. Das Spannungsgefälle am Anfang der Wicklung erreicht ein ausgesprochenes Maximum, wenn die Schwingungsfrequenz der eindringenden Welle mit der kritischen Frequenz der Wicklung übereinstimmt (Böhm).

6. Für eindringende periodische Wellen tritt die höchste Windungsspannung nicht am Anfang der Wicklung, sondern in einem Punkt im Innern ein, der vom Anfang um etwa eine Viertelwellenlänge entfernt liegt (Böhm, Wagner).

F. N.

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Eine Schaltungsweise für Reihenschluß-Wechselstrom-Kollektormotoren zur Erzielung konstanter Geschwindigkeiten wird von H. E. Weightman angegeben. Zwischen Feldwicklung und Anker wird ein Widerstand R eingeschaltet, der nur $^1/_{10}$ des Vollaststromes zu führen braucht; der Feldwicklung und dem Widerstand R wird ein zweiter Widerstand R_0 parallel gelegt, der für den vom Motor bei Vollast aufgenommenen Strom bemessen sein muß. Beim Anlassen wird der erstgenannte Widerstand R durch einen Schalter kurzgeschlossen, der zweite Widerstand R_0 abgeschaltet, der Motor läuft auf eine bestimmte Tourenzahl auf. Dann schaltet man, am besten durch einen gemeinsamen Kontroller für beide Schalter, den Widerstand R ein und legt R_0 quer zum Feld + Widerstand R. Widerstand R_0 wird am besten von der Größenordnung des Widerstandes der Feldwicklung gemacht.

(Electricity, London, 12. 4. 1918.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Anpassung und Normalisierung bei elektromotorischen Antrieben. E. Adler. Der Verfasser bespricht die beim Entwurf von elektrischen Antrieben zu berücksichtigenden Gesichtspunkte, besonders diejenigen, die für die Anpassung des Motors an die Arbeitsmaschine und für die Vereinheitlichung der elektrischen Ausrüstung in Frage kommen. Es werden zahlreiche Vorschläge gemacht, die zur Berücksichtigung in den Veröffentlichungen des V. D. E. empfohlen werden bezw. als Gegenstand von Vereinbarungen des Zentralverbandes der Deutschen Elektrotechnischen Industrie gedacht sind. Die wichtigsten dieser Vorschläge sind:

1. Normalisierung der kleinsten Motoren (bis 500 W) hinsichtlich Stromart, Spannung, Leistung, Drehzahl und Abmessungen.
2. Normalisierung folgender Drehstrom-Motorspannungen: 110/190, 220/380, 500, 3000 und 5000 V.
3. Festlegung der zulässigen Abweichungen von der Motor-Nennspannung.
4. Verwendung anormaler Spannungen in Netzen mit anormaler Frequenz, derart, daß Motoren für 50 Per/s und Normalspannung zur Verwendung gelangen können.
5. Festsetzung normaler Compoundierungsverhältnisse.
6. Definitionen für Drehzahländerung und Durchzugsvermögen.
7. Verringerung der Leistungsstufen.
8. Kennzeichnung der Betriebsweise aussetzend arbeitender Motoren und Apparate durch Kennworte.
9. Einführung angebauter Spannrollen für kleine Normalmotoren.
10. Vereinheitlichung der Drehzahlen bei kleinsten und kleinen Normalmotoren und Kranmotoren.
11. Normalisierung der „Ausführungsformen" (Lagerung, Wellenausführung und Aufsitzfläche). Vereinbarungen über normalen Lieferungsumfang.
12. Normalisierung der Wandbefestigungsweise.
13. Klassifikation der „Schutzarten".
14. Vereinbarungen über Sonderisolierungen.
15. Normalisierung der Anschlüsse.
16. Ergänzungen der Klemmennormalien für Drehstrommotoren.
17. Definition der zur Beschreibung des Anlaßvorganges erforderlichen Größen.
18. Revision der Anschlußbedingungen.
19. Klassifikation der Anlasserbewertung.
20. Vereinigung der Steuergeräte mit dem Motor.

(E. T. Z. 39, H. 39 u. 40, 1918.)

Signalwesen und Eisenbahnsicherungseinrichtungen.

Elektromagnetische Weichenstellvorrichtung für elektrische Straßenbahnen. G. Königshagen beschreibt zwei Arten von Weichenstellvorrichtungen, die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft ausgeführt werden und die nebst leichter Zugänglichkeit, einfachem Einbau und Betätigung die Möglichkeit bieten, die Weiche auch von Hand umzulegen. Bei der ersten Bauart „Schwinge" wird in die Fahrleitung ein 1·5 m langes Stück a (Abb. 1) isoliert eingebaut und über die Stellspule b, einen Schalter und eine Sicherung mit der Fahrleitung verbunden. Sobald ein Motorwagen mit dem Stromabnehmer h, Motor k und eingeschaltetem Kontroller i unter dem Leitungsstück a hindurchfährt, erhält die Spule b Strom, sie zieht ihren Kern c an und verdreht mittels des Hebels d und der Stange e die Schwinge f. Letztere verstellt mit der Stange g die Weiche. Die Feder h_1 sichert die Endlage. Beim Wiedereinschalten der Spule b kehrt die Weiche in die Anfangslage zurück. Die Weiche kann also nur dann umgelegt werden, wenn ein Fahrzeug unter Strom das Stück a befährt; steht die Weiche in richtiger Lage, dann müssen die Motoren beim Durchfahren ausgeschaltet werden. Ein Stillsetzen des Wagens ist nicht erforderlich.

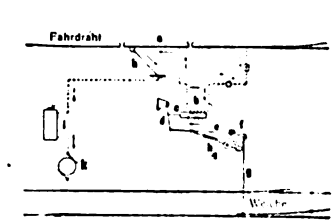


Abb. 1.

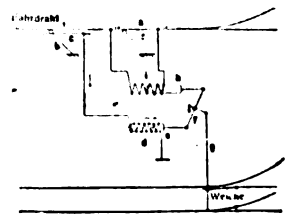


Abb. 2.

Bei der zweiten Bauart „Doppelmagnet" sind zwei Kerne vorhanden, h und e (Abb. 2), die mit einem dreiarmigen Hebel f in Verbindung stehen, der mittels der Stange g die Weiche umstellt. Die Spule d von Kern e erhält Strom, sobald der Fahrdraht durch den Bügel b einen Druckschalter c berührt. Die zweite Spule i von Kern h erhält Strom, wenn der Wagen in eingeschaltetem Zustand das isolierte Stück a des Fahrdrahts befährt. Je nachdem der Wagen mit aus- oder eingeschalteten Motoren durchfährt, wird die Weiche auf geradeaus oder auf Abzweigung gestellt.

Bei beiden Bauarten kann das Stellwerk in einem Kasten in die Erde eingelassen oder in ein schrankartiges Gehäuse über Pflaster angeordnet werden. Mit dem Stellwerk wird eine im nächsten Oberleitungsmast angeordnete Meldlaterne verbunden, die von der Weiche selbsttätig verstellt wird.

(A. E. G. Mitteilungen 14, August 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Die Elektronentheorie der Metalle, in ihrer gaskinetischen Form von Weber angebahnt und von Riecke, Drude, Lorentz, Bohr und anderen ausgebaut, schien bis vor kurzem in vollständiger Übereinstimmung mit den experimentellen Tatsachen zu stehen. In den letzten Jahren ist sie jedoch auf so große Hindernisse und Schwierigkeiten gestoßen, daß manche mit ihrer völligen Aufgabe rechnen zu müssen meinten. Th. Wereide, Christiania, ist nun der Meinung, daß eine Umformung dieser Theorie, namentlich unter Heranziehung der neueren Resultate Lenards, ausreichen dürfte, um sie wieder lebensfähig zu machen. Er betrachtet Drudes Formel der Elektrizitätsleitung*)

$$\varkappa = \frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{m} \cdot \frac{n\,l}{v},$$

($\varkappa$ elektrisches Leitvermögen, e Ladung, m Masse, n Konzentration, l mittlere freie Weglänge und v mittlere Geschwindigkeit der freien Elektronen) als gültig für eine eventuelle Korrektur des Zahlenfaktors. Unter Benutzung der Lenardschen Anschauungen werden die drei unbekannten Elemente n, l und v durch drei Atomkonstanten ersetzt, und zwar durch die Schwingungszahl ν des Atoms, durch seine Emissionszahl ε und seinen Absorptionskoeffizienten a. Letzterer Koeffizient ist mit dem Lenardschen Koeffizienten α für die Absorptionsfähigkeit des Atoms durch die Beziehung $a = c \cdot \alpha$ verbunden, worin c die Atomzahl im Kubikzentimeter bedeutet. Unter Verwendung der quantentheoretischen Vorstellungen Plancks**) führt dann die Theorie zu folgender Formel für die Wärmeleitung

$$\varkappa = \frac{e^2\,\varepsilon}{6\,c\,a^2} \cdot \frac{\frac{h\nu}{e^{k\,T}} - 1}{h\,\nu}.$$

*) E. u. M. 1917, Seite 50.

**) E. u. M. 1918, Heft 25, Seite 291.

Digitized by Google

h ist das Plancksche Wirkungsquantum, k die Boltzmannsche Konstante. Diese Formel vermag eine Reihe von Tatsachen zu erklären, so die nachfolgenden. Bei höheren Temperaturen ist der elektrische Widerstand angenähert proportional der absoluten Temperatur. Die Änderung des Widerstandes ist vorzüglich eine Folge der Energieänderung des Stoffes. Bei sinkender Temperatur nähert sich der Widerstand dem Grenzwerte Null*). Bei tiefen Temperaturen ist die Reihenfolge der Widerstandskurven der verschiedenen Substanzen dieselbe wie die der Schwingungszahlen der Atome (Schimank). Die Leitfähigkeitskurve hat im periodischen System eine ähnliche Form wie die Kurve der Atomvolumina (Benedicks). Die Leitfähigkeit ist $c.p$ um so größer, je größer die Elektroaffinität der Atome ist (Benedicks). Zu bemerken wäre noch, daß die Größenordnung von α und den damit zusammenhängenden Größen aus den Lenardschen Versuchen berechnet werden kann und die Ergebnisse mit den aus anderen Gesichtspunkten zu erwartenden Beträgen übereinstimmen, ein Umstand, der eine wesentliche Stütze der Theorie bildet.

(Ann. d. Phys. 55, 589, 1918.)

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Regulliereinrichtungen.

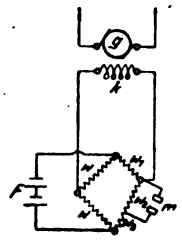
Regler für elektrische Maschinen.

(Fortsetzung von Heft 42, Seite 476.)

Es ist bekannt, die Erregerwicklung einer in ihrer Spannung zu regelnden Dynamo in die Diagonale einer Brücke zu legen und durch die Schnellreglerkontakte Teile der Brückenwiderstände periodisch kurzzuschließen, so daß bei jeder vollständigen Arbeitsperiode die Stromrichtung in der Erregerwicklung umkehrt. Diese Anordnung wird nach einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft vereinfacht, wie Abb. 14 zeigt. Die Erregung k der Dynamo g ist in die Diagonale der Brücke w, w_1, w_2, w_3 gelegt, in der zweiten Diagonale liegt die Batterie F. Die schwingenden Reglerkontakte m schließen periodisch den Widerstand w_3 kurz. Damit der Strom in k beim Öffnen und Schließen von m nmkehrt, muß die Beziehung bestehen $w_1 < w_2 + w_3$ und $w_1 > w_3$. (D. R. P. Nr. 294 133.)

Die im Ö. P. Nr. 71 328**) geschützte Einrichtung an Schnellreglern der Firma erhält eine vorteilhafte Abänderung dahin, daß beim Überschreiten oder Unterschreiten gewisser Grenzspannungen die vom Schnellregler überwachte Erregung überhaupt abgeschaltet wird und die Erregerwicklung des zu regelnden Generators an eine andere Erregerquelle angelegt wird, die vom Schnellregler unabhängig ist. (D. R. P. Nr. 292 462.).

Abb. 14.



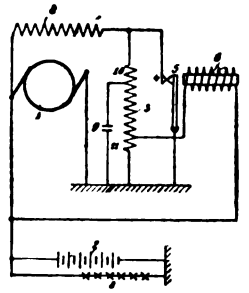


Abb. 15.

Um den Regelbereich von Schnellreglern zu erweitern und auch die Wirkung bei niedriger Spannung zu sichern, wird von der Firma eine Einrichtung angegeben, bei der das Feld der zu regelnden Maschine von zwei entgegengesetzt wirkenden Stromerzeugern erregt wird, deren eine oder die beide vom Schnellregler beeinflußt werden. An den Ankerklemmen der einen Erregermaschine, die vom Schnellregler beeinflußt wird, liegt die Magnetspule des Zitterkontaktes. Diese Maschine kann gleiche oder höhere Spannung als die andere ihr entgegenwirkende haben. Die Zitterspule wird also immer an einer ihre Tätigkeit sicherstellenden Spannung liegen, trotzdem die Spannung des geregelten Generators etwa auf nahe Null gesunken ist. (D. R. P. Nr. 300 853.)

Bei dem Schnellregler der Siemens & Halske A. G., der insbesondere zum Regeln von Dynamomaschinen bei Zugsbeleuchtung dienen soll, wird dem durch die schwingenden Kontakte periodisch kurzgeschlossenen Widerstand ein Kondensator parallel und diesem ein Widerstand vorgeschaltet; letzterer bildet einen Teil des periodisch kurzgeschlossenen Widerstandes. 2 ist die Erregerwicklung der Dynamo 1 (Abb. 15) mit dem Feldwiderstand 3 der durch die vom Relais 6 gesteuerten Kontakte 4, 5 periodisch ein- und ausgeschaltet wird. Parallel zu 3 liegt Kondensator 9 und diesem ist der Widerstand 10 vorgeschaltet. Der Widerstandsteil 11 ist der Spule 6 vorgelegt und dient zur Einregulierung. 7 ist die Batterie, 8 die Lampen. Schwingungen, die sich in dem über das Feld gehenden Schwingungskreis ausbilden können, werden durch den Widerstand abgedämpft. (D. R. P. Nr. 302 018.)

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 824.

**) E. u. M. 1916, Seite 459.

Die Siemens-Schuckertwerke in Siemensstadt geben eine neue Schaltung jener Schnellregler an, bei denen auf das schwingende System eine Spannungsspule, eine Zitterspule und eine Kompensationsspule wirken. Durch diese Schaltung wird das durch verschiedene mechanische, elektrische und magnetische Trägheit des Reglers und der Maschine verursachte Überregulieren und Pendeln vermieden. Diese Trägheiten bringen zwischen dem Kurzschließen (Öffnen) der Reglerkontakte und dem Eintritt der Wirkung der Regelung auf die Spannungsspule eine Verzögerung mit sich, so daß die Abstellung der Regelung zu spät erfolgt. Erfindungsgemäß wird die Zitterspule parallel zur Magnetwicklung der Hauptmaschine, die Kompensationsspule in Reihe mit derselben geschaltet. Die die Regelung beeinflussende Differenz der Wirkung beider Spulen bleibt nur so lange bestehen, bis der neue Gleichgewichtszustand am Generator unmittelbar erreicht ist. (D. R. P. Nr. 300 404.)

Eine Regulliereinrichtung der A. G. Brown, Boveri-Werke in Baden (Schweiz) bezweckt, die Belastung zwischen mehreren parallel geschalteten Generatoren zu verteilen. Handelt es sich zum Beispiel um das Zusammenarbeiten einer Wasserkraftzentrale mit einer Dampfkraftzentrale, wobei die erstere die Grundbelastung zu decken hat und die letztere die Spitzenlast, so werden bei zunehmender Last die Regler der einzelnen Generatoren des Dampfkraftwerkes nacheinander ansprechen gemacht, was durch Einstellen der Reglerfedern erreichbar ist; man erzielt dadurch, daß die einzelnen Aggregate erst nacheinander an der Lastverteilung teilnehmen. Von der Belastung der konstant zu belastenden Maschine (Wasserturbine) wird ein Schnellregler beeinflußt, der die Drehmagnete für die Regler der Dampfmaschinen beherrscht. (D. R. P. Nr. 290 881.)

Regulierung von Gleichstrommotoren.

Die Erfindung des M. E. Custer in Carbonado, Wash., betrifft einen selbsttätigen Anlasser, bei dem durch stufenweises Schalten von Parallelwiderständen im Hauptstromkreis mittels Schütze erreicht wird, daß der Strom allmählich auf die volle Betriebsstromstärke ansteigt. Bei vollem Lauf sind sämtliche Schütze bis auf eines stromlos; das letztere führt erst beim Ausschalten des Motors den ganzen Anlaßapparat in die Ausgangsstellung. Die Erregung dieses letzten Schütz wird durch einen mit ihm in Reihe liegenden Elektromagneten gesteuert, dessen Ankerkontakt auf mechanischem Wege durch das vorletzte Schütz geschlossen wird und dort bis zur Motorausschaltung verbleibt. Eine Beschädigung der Schütze durch zu starken Strom wird dadurch verhindert und gleichzeitig eine Gewähr dafür gegeben, daß der Anlasser gleich beim Schließen des Hauptstromes anspricht. Dieses letzte Schütz steuert ferner noch ein weiteres Schütz, über dessen Ankerkontakte der Erregerstrom für sämtliche anderen Schütze außer dem letzten geführt ist; wird dieses Schütz erregt, so werden die anderen stromlos. (D. R. P. Nr. 293 881.)

Zum Anlassen, Regulieren und Bremsen von Elektromotoren von einer entfernten Stelle aus, mittels weniger schwacher Hilfsleitungen dient die in Abb. 16 dargestellte. Fernsteuereinrichtung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Der Umkehranlasser 4 des zu steuernden, fremderregten Motors wird von dem Doppelanker 3 eines Differenzmagneten verstellt. Letzterer besteht aus den beiden Magneten 1 und 2 in der gezeichneten Anordnung. Der Magnet 1 wird direkt von einer Stromquelle (Batterie) in gleicher Stärke erregt, Magnet 2 in regelbarer Stärke durch den Regelwiderstand 5, der an der entfernten Steuerstelle aufgestellt ist. Bei Verstärkung der Erregung von 2 dreht sich der Anker im Uhrzeigersinn, bei Schwächung entgegengesetzt. (D. R. P. Nr. 301 026.)

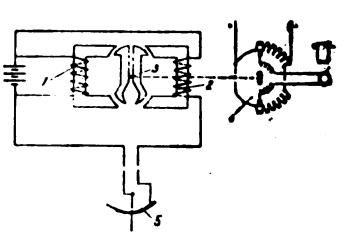


Abb. 16.

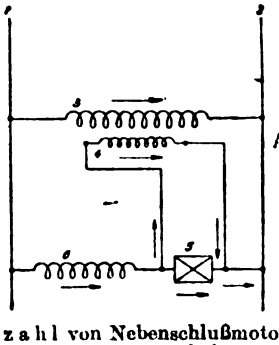


Abb. 17.

Die Aufgabe, die Tourenzahl von Nebenschlußmotoren, die an variabler Netzspannung liegen, konstant zu halten, wird auf verschiedene Weise gelöst. Nach einer Erfindung der vorgenannten Firma erhält der Motor außer der Haupterregerwicklung 3 (Abb. 17). die an der schwankenden Netzspannung 1, 2 liegt, noch eine zusätzlich wirkende Hilfserregerwicklung 4, die von den Klemmen eines Eisendrahtwiderstandes 5 abzweigt; letzterer ist über einen Vorschaltwiderstand 6 ebenfalls am Netz angeschlossen. Der Eisenwiderstand hält den Strom in 5, 6 konstant, die Spannung an seinen Klemmen schwankt also viel mehr als die Netzspannung. Wenn der Motor einen Stromerzeuger für konstante Spannung antreibt, kann als Vorschaltwiderstand 6 die Erregerwicklung des Stromerzeugers dienen. Schwankt die Spannung in sehr weiten Grenzen, so empfiehlt sich, die Hilfserregung fortzulassen und die Haupterregung des Motors an den Eisenwiderstand 5 anzuschließen. Soll die Spannung des von dem Motor angetriebenen Generators auch bei Änderung der Belastung konstant gehalten werden, so kann man den Generator durch den Motorstrom compoundieren. (D. R. P. Nr. 298 308 und 299 315.)

(Fortsetzung folgt.)

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
3. November 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 44.
36. Jahrgang.

INHALT:

Gestängebelastung von Schwachstromleitungen. Von Ing. Dr. Eugen Nather, Wien . 485

Rundschau 492
Literatur-Bericht. 495

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 495

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Gestängebelastung von Schwachstromleitungen.

Von Ing. Dr. **Eugen Nather, Wien.**

Übersicht: Telegraphen- und Telephonleitungen können mit Rücksicht auf die Kosten nicht so gebaut werden, daß sie auch den stärksten Wetterkatastrophen standhalten. Nur der Gestängeschutz ist hier erreichbar, indem nämlich vermieden wird, daß die Drähte fester sind als das Gestänge. Beim normalen Holzgestänge, wo die Dimensionen von vornherein wenigstens annähernd feststehen, wird der Gestängeschutz durch die Bespannungsvorschriften gewährleistet, welche die Anzahl und Stärke der Drähte in geeigneter Weise begrenzen; bei wichtigen stark belasteten Mastkonstruktionen ist bei der Dimensionierung auf die nur ausnahmsweise denkbaren Höchstbeanspruchungen rechnerisch Rücksicht zu nehmen.

Es wird ermittelt, wie sich die Beanspruchungen der einzelnen Drahtsorten für verschiedene Eisdurchmesser verhalten. Hieraus ergibt sich unter der Annahme, daß beim Anwachsen der Aneisungsdurchmesser die Unterschiede in Drahtstärke und Drahtmaterial praktisch keine Rolle spielen, ein Maß für die denkbar größten Kräfte, welche durch die Drähte auf die Mastkonstruktion übertragen werden können.

Durch die Rechnung wird einerseits bestätigt, daß die Bespannungsvorschriften der österreichischen Telegraphenverwaltung in den gewöhnlichen Fällen der Praxis bei gerader Strecke eine Gestängebelastung gerade noch ausschließen; andererseits ergeben sich daraus für die Zifferrechnung nachstehende Folgerungen:

1. Nur in gewissen Fällen (bei Bespannung mit einer einzigen Drahtsorte) kann auf den Mast die Summe aller Drahtfestigkeiten einwirken; im allgemeinen (wenn schwache und starke Drähte vorhanden sind), wird nur rund $^5/_6$ von diesem Werte erreicht. Wo eine Drahtgattung vorwiegt oder aber die Durchmesser der vorhandenen Drähte nur wenig voneinander abweichen, so daß die gegebene Drahtkombination die Mitte hält zwischen einer ausgesprochen gemischten Bespannung und einer solchen mit bloß einer Drahtsorte, dort ist das Verhältnis zwischen dem möglichen Höchstdrahtzug und der Summe aus den Drahtfestigkeiten bei genauer Rechnung fallweise zu bestimmen.

2. Das Eisgewicht kann bei der Rechnung auf kombinierte Eis- und Windbelastung vernachlässigt werden.

3. Für den Winddruck auf die Drähte ist pro Spannfeldhälfte als grober Mittelwert 15% des maximal möglichen Drahtzuges zu setzen.

4. Der Drahtzug ist nur um weniges größer als die Kraftkomponente, welche in die Verbindungsgerade der beiden Stützpunkte des Feldes fällt; als letztere Komponente (in Tabelle I als Trassenzug bezeichnet) kann daher der Drahtzug ohne weitere Korrektur benutzt werden.

I. Allgemeines über die Eisbildung an Schwachstromleitungen.

Welche Eismassen an Freileitungen unter abnormen Wetterverhältnissen sich im Maximum bilden können, darüber fehlt es zur Zeit sowohl an planmäßig angestellten Beobachtungen, wie an theoretischen Untersuchungen. Es wurden wohl schon Formeln für den maximalen Eisdurchmesser angegeben, und zwar solche für Starkstrom führende Drähte; aber diese Formeln sind rein empirisch aufgestellt und es kann immerhin, besonders wenn dünnere Starkstromleitungen in Betracht kommen, bezweifelt werden, ob die Formeln ein verläßliches Maß für die zu erwartende Aneisung geben. Daß sie gar auf Schwachstromdrähte übertragen werden könnten, erscheint nach zahlreichen im österreichischen Telegraphenbetriebe gemachten Beobachtungen wenigstens dort ausgeschlossen, wo so ungünstige klimatische Verhältnisse herrschen wie im küstenländischen Karstgebiet, im niederösterreichischen Waldviertel um Heidenreichstein, im Erzgebirge und dem österreichischen Alpengebiet.

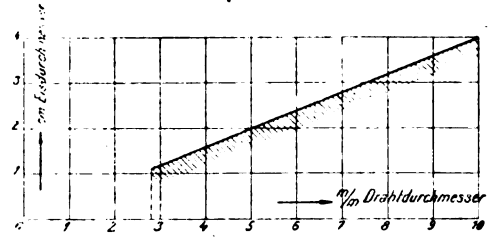


Abb. 1. Eisgewicht = 0·015 kg pro mm² Drahtquerschnitt und 1 m Länge.

Die in den baubehördlichen Vorschriften für die maximale Eisbildung gegebenen Formeln sind in Abb. 1 und 2 veranschaulicht. Die Formel nach Abb. 1 sagt aus, daß durch die Aneisung der ursprüngliche Drahtdurchmesser auf den vierfachen Betrag gebracht wird. Dies gilt ganz gleichmäßig für die größten wie die kleinsten Durchmesser*).

Wenn man nun auch recht selten Gelegenheit hat, die Bildung bedeutender Aneisungen zu beobachten, so fällt doch sofort auf, daß der Charakter der Aneisungskurve nach Abb. 1 der gewöhnlichen Erfahrung, die wir von schwächeren Aneisungen haben, direkt widerstreitet. Die mäßigen Aneisungen, die man im Winter an entlaubten Bäumen häufig beobachten kann, zeigen im Gegensatz zu Abb. 1, daß die feinsten Ausläufer zuerst anfangen, Eisbildungen anzusetzen und daß bei fortschreitender An-

*) Als Leitungsquerschnitt ist in Abb. 1 und 2 durchwegs der volle Kreisquerschnitt angenommen, obwohl für Querschnitte über 25 mm² nicht mehr volle Drähte, sondern Seile verwendet werden; auf die hieraus folgenden kleinen Abweichungen wurde nicht Rücksicht genommen, da es hier nur auf den allgemeinen Charakter der Kurven ankommt.

Digitized by Google

eisung die feinen Verzweigungen nicht nur relativ, im Verhältnis zu ihrem Querschnitt, sondern auch absolut genommen, stärkere Eismassen tragen als die dickeren Äste, indem die Eisbildungen gegen den Stamm zu immer mehr und mehr abnehmen und verschwinden. Die Erscheinung läßt sich damit erklären, daß der mit seinen Wurzeln bis nahe oder in die frostfreie Tiefe reichende Baum bei den der Rauhreifbildung günstigen Temperaturen von wenigen Graden unter dem Nullpunkt als Wärmeübertrager wirkt, der Wärme von der frostfreien Tiefe durch den Stamm aufwärts führt und durch die Oberfläche von Stamm und Verzweigungen nach außen abgibt. Die feineren Äste besitzen im Verhältnis zum Stamm und den dickeren Ästen ein relativ größeres Wärmeausstrahlungsvermögen, werden sich also stärker abkühlen als die stärkeren Baumpartien und darum zuerst aneisen; die dickeren Äste haben zwar, absolut genommen, eine im geraden Verhältnis zum Durchmesser größere Ausstrahlungsoberfläche, die Wärmeführung aber nimmt stärker, nämlich mit dem Quadrate des Durchmessers zu, sie werden also später aneisen und es ist dann ganz gut denkbar, daß unterdessen die dünnsten Zweige schon auf größeren Durchmesser angeeist sind, als er den stärkeren Zweigen zukommt, daß weiterhin der Aneisungsvorgang bei beiden im gleichen Maße fortschreitet und so der stärkere Zweig nicht nur im Verhältnis zum Querschnitt, sondern auch, absolut genommen, hinter dem schwächeren in der angesetzten Eismenge zurückbleibt.

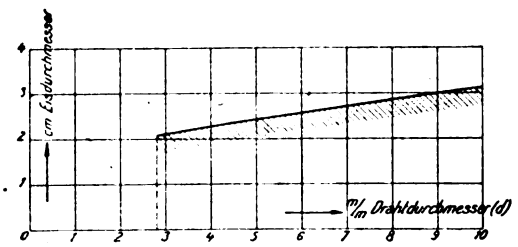


Abb. 2. Eisgewicht = (190 + 50 d) Gramm pro 1 m Länge [d in mm].

Der Verlauf der Kurve Abb. 1 erscheint demnach als in hohem Grade unwahrscheinlich und Abb. 2, die den neuesten Bauvorschriften entspricht, kommt den tatsächlichen Verhältnissen offenbar schon weit näher. Doch scheint auch letztere Kurve noch hinter der Wirklichkeit zurückzubleiben und eine richtige Aneisungskurve dürfte ungefähr den Verlauf der Abb. 3 aufweisen.

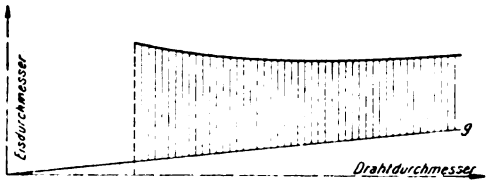


Abb. 3.

Die Kurve wird sich der Neigung g nähern, welche den Drahtdurchmesser darstellt, und der Schnittpunkt wird bei jenem Drahtdurchmesser erfolgen, wo ein metallischer, massiver Leiter zufolge seiner Dicke erfahrungsgemäß keine im Verhältnis zum Querschnitt nennenswerten Eismengen mehr ansetzt. Wenigstens für nicht Starkstrom führende Drähte, wie die Fernmeldeleitungen und Tragseile bezw. Tragdrähte bei Vielfachaufhängungen dürfte die Aneisungskurve diesen Charakter zeigen; denn diese unterliegen, soweit sie auf Holzgestängen montiert sind, ungefähr denselben Bedingungen wie ein Baumstamm mit seinen Verzweigungen.

Bei Starkstrom führenden Drähten liegt der Fall etwas anders. Diese besitzen zufolge ihrer relativ hohen Strombelastung in der entwickelten Jouleschen Wärme ein sehr willkommenes Gegengewicht gegen die gefährlichen Eisbildungen. In welchem Grade die Aneisung bei Starkstrom führenden Drähten gegenüber Schwachstromleitungen herabgemindert wird, läßt sich ziffermäßig freilich nicht angeben. Durch eine einfache Versuchsanordnung wäre hierüber leicht Klarheit zu schaffen. Es wäre nur nötig, im Freien in einer ausgesprochenen Rauhreifgegend ein Versuchsspannfeld mit Drähten von verschiedenem Durchmesser auszurüsten, von welchen einige unter Strom gesetzt werden können; und zwar müßten die letzteren Drähte zum Teil dauernd, zum Teil nur während gewisser Tages- und Nachtstunden, wie es eben mittleren Starkstrombetriebsverhältnissen entspricht, unter Strom gesetzt werden. Es ist anzunehmen, daß die dauernde Belastung für gewisse Fälle überhaupt keine Aneisung aufkommen läßt, denn schon bei mäßiger Stromdichte wird sich die Drahttemperatur einige Grade über dem Nullpunkt halten. Wo dagegen, wie es den gewöhnlichen Fällen der Praxis entspricht, der Strom zeitweise ganz aussetzt oder nahezu auf Null sinkt, dort wird die Eisbildung in den Ruhepausen eingeleitet und in der Zeit des Strombetriebes allmählich wieder zum Teil vernichtet. Die Abhängigkeit der Aneisung von Drahtdurchmesser und Stromdichte ließe sich auf die erörterte Weise durch Messungen leicht klarstellen und durch photographische Aufnahmen einwandfrei verbürgen. Auch parallel laufende Beobachtungen über den zeitlichen Verlauf der Eisbildung wären von wesentlichem Belange. Bildet sich nämlich eine starke Eisschicht sehr rasch, zum Beispiel innerhalb weniger Stunden, dann kann sich der Einfluß der Stromwärme nicht mehr ausreichend geltend machen und wird ein Leitungsbruch eher erfolgen.

Zur Beobachtung des allmählichen Wachstums abnormer Eisbildung bietet sich verhältnismäßig selten Gelegenheit. Nach einer verläßlichen, an Schwachstromleitungen in der Bukowina gemachten Beobachtung hat man sich Aneisungen von einigen Zentimetern Stärke nicht innerhalb weniger Stunden entstanden zu denken; vielmehr war in dem beobachteten Falle hiezu eine Reihe von Tagen erforderlich. An jedem Morgen konnte konstatiert werden, daß sich wieder ein neuer Belag konzentrisch um den früheren gebildet hatte. Die Aneisung erfolgte also hauptsächlich in den kälteren Nachtstunden; untertags wurden die angesetzten Eisbildungen durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen sogar teilweise wieder zum Abschmelzen gebracht; im übrigen aber ist wohl gerade in diesem abwechselnden Auftauen und Wiedergefrieren die Ursache für das Entstehen von konsistenten klaren Eisbildungen zu sehen, die schon durch ihr hohes Eigengewicht den Leitungen gefährlich werden und außerdem dem Angriff des Windes relativ am längsten widerstehen können. Wenn nach ungestörter intensiver Eisbildung starker Wind einsetzt, wird allerdings eine derartige spröde Eishülle bald an zahlreichen Stellen zum Abknicken und, wo die Drähte zusammenpendeln, allmählich zum Abbröckeln gebracht werden; aber den ersten momentanen Windstößen wird bei der Druckfestigkeit konsistenter Eismassen praktisch doch die volle Aneisungsfläche als Angriffsfläche zur Verfügung stehen und mit diesem ungünstigsten Falle wird also gerechnet werden müssen.

Im Vergleiche hiezu erscheinen Rauhreifbildungen von mehr pulver- und körnerschneeartiger Beschaffenheit,

Digitized by Google

wie sie zum Beispiel bei Nollendorf im Erzgebirge regelmäßig beobachtet werden, weniger gefährlich, obwohl sie, was den Querschnitt anbelangt, die voluminösesten Aneisungen vorstellen, die man kennt. Zwar vertragen auch diese Eisbildungen auffallend starken Wind; bei heftigem Sturm kann man diese Gebilde noch vollständig intakt an Leitungsdrähten finden, wie sie, sehr stark exzentrisch, mit federförmiger Struktur zum Teil in der Richtung der Schwerkraft und zum Teil in der Richtung des Windes zu dicken, 1 bis 2 dm langen Fahnen fortgewachsen sind; aber wenn der Wind endlich die für die Rechnung geforderte Stärke annimmt, so daß der Draht fast in eine Horizontalebene hinausgeblasen wird, dann ist wohl anzunehmen, daß solche Bildungen doch gänzlich zum Zerstäuben gebracht werden.

Abb. 4. Durch Aneisung abgerissener Leitungsdraht einer Telephonlinie in Istrien.

In alle diese Fragen nach der Bildungsart, Bildungsdauer und den maximalen Durchmessern der Aneisungen, die für verschiedene Leitungsgattungen möglich sind, kann nur durch experimentelle Beobachtung die noch ausstehende wünschenswerte Klarheit gebracht werden.

Soweit normale Telegraphen- und Telephonleitungen in Frage kommen, wären bei derartigen Versuchen hauptsächlich die Beobachtungen über das allmähliche Fortschreiten der Eisbildung von Bedeutung, wogegen die Kenntnis der Aneisungskurve als des maximalen Endzustandes der Eisbildung nur in gewissen Fällen von Belang ist. In den meisten Fällen wird nämlich, wenn nur die physikalischen Bedingungen lange genug anhalten, die Aneisung hier so weit fortgehen, als die mechanische Festigkeit der Drähte dies noch zuläßt. Wenn 4 mm starke Bronzedrähte nach Abb. 4 auf fast Dezimeterstärke anwachsen und 5 mm starke Eisendrähte erwiesenermaßen durch das Gewicht der Aneisungen dem Erdboden bis auf Greifweite nähergebracht werden, so ist anzunehmen, daß ungefähr die gleichen Eismengen bei gleichen Umständen sich auch an dünnere Drähte angesetzt hätten, wenn die Montierungsspannung dieser Drähte gering genug gewesen wäre, um solche Eislasten noch zuzulassen. Nur weil andere Gründe zwingender Natur, nämlich Rücksichten auf die Berührungsgefahr infolge Durchhängens und Schwingens der Drähte, für hohe Montierungsspannungen maßgebend sind, ist es unmöglich, besonders starke Aneisungen an dünneren Schwachstromdrähten zu beobachten. Insoferne ist es für den Schwachstromlinienbau ohne weiteres Interesse, wenn eine durch Beobachtung ermittelte Aneisungskurve ergeben sollte, daß 4 und 5 mm starke Schwachstromdrähte bis etwa 8 cm aneisen können, schwächere Drähte dagegen bei entsprechend kurzen Spannweiten einen etwas größeren oder geringeren Durchmesser erreichen werden. Denn solchen physikalisch möglichen Eislasten können dünne Schwachstromleitungen bei normaler Spannweite aus mechanischen Gründen doch nicht widerstehen.

II. Beanspruchung normaler Spannfelder in der Geraden unter Eislast und Winddruck von 150 kg/m².

Den folgenden Untersuchungen ist die im Telegraphenlinienbau am meisten verwendete Spannweite von 50 m zugrunde gelegt.

Für die Rechnung wird erstens angenommen, daß sich die Kettenlinie, nach welcher ein Leitungsdraht durchhängt, mit genügender Genauigkeit durch eine Parabel ersetzen läßt. Weiters soll von der Änderung des variablen Seilzuges, welcher vom tiefsten Punkt T der Kettenlinie gegen die Aufhängepunkte A zu anwächst, abgesehen werden, also der Seilzug S (Abb. 5) als konstant angenommen werden.

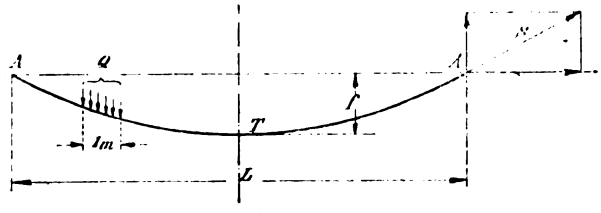


Abb. 5.

Es ergeben sich dann, wie bekannt, die Durchhänge aus der Formel:

$$f = \frac{L^2 \cdot Q}{8\,S},$$

worin bedeutet:

L = Länge des Spannfeldes in m,
f = Durchhang des Drahtes in m,
Q = gleichmäßig verteilte Belastung in kg pro m Drahtlänge,
S = Drahtzug in kg; und weiters die Drahtspannungen aus der Zustandsgleichung:

$$\frac{L^2 p^2}{24\,\sigma^2} - \frac{L^2 p_a^2}{24\,\sigma_a^2} = \alpha\,(t - t_a) + \frac{\sigma - \sigma_a}{E}.$$

Hierin bedeutet:

t_a = bestimmte anfängliche Temperatur in °C,
p_a = zugehörige anfängliche Belastung in kg pro mm² Drahtquerschnitt und 1 m Länge,
σ_a = zugehörige anfängliche Spannung in kg pro mm² Drahtquerschnitt und 1 m Länge,
t = neue Temperatur, welche von der Anfangstemperatur beliebig abweichen kann,
p = zugehörige neue Belastung in kg pro mm² Drahtquerschnitt und 1 m Länge,
σ = zugehörige neue Spannung in kg pro mm² Drahtquerschnitt und 1 m Länge,
α = linearer Wärmeausdehnungskoeffizient des Drahtmaterials pro °C,
E = Elastizitätsmodul des Drahtmaterials, bezogen auf kg und mm².

Digitized by Google

Für die Bildung von Aneisungen wird gewöhnlich eine Temperatur $= -5^0$ C vorausgesetzt; nehmen wir noch an, daß für den Anfangszustand, dem die Werte p_a und σ_a entsprechen, ebenfalls die Temperatur -5^0 C vorhanden war, so daß $t_a = t$, dann folgt:

$$\frac{L^2}{24}\left[\frac{p^2}{\sigma^2} - \frac{p_a^2}{\sigma_a^2}\right] = \frac{\sigma - \sigma_a}{E},$$

Für $L = 50$ m ergibt sich:

$$104\,E\left[\frac{p^2}{\sigma^2} - \frac{p_a^2}{\sigma_a^2}\right] = \sigma - \sigma_a.$$

Um später bequemer zu rechnen, schreiben wir:

$$\frac{104\,E}{10\,000}\left[\frac{(100\,p)^2}{\sigma^2} - \frac{(100\,p_a)^2}{\sigma_a^2}\right] = \sigma - \sigma_a.$$

Als anfänglicher Zustand werde jener angenommen, wo der Draht weder Eis noch Wind auszuhalten hat, also nur durch sein Eigengewicht belastet ist; dann bedeutet p_a das Gewicht des Drahtes pro m Länge und 1 mm² Drahtquerschnitt; σ_a ist dann die spezifische Montierungsspannung bei -5^0 C.

Es gilt für die Bronzedrähte der österreichischen Telegraphenverwaltung:

$E = 12\,800$,
$p_a = 0{\cdot}009$ kg/mm²,
$\sigma_a = 8$ kg/mm²

gemäß den Drahtspannvorschriften.

Für die Eisendrähte gilt:

$E = 20\,000$,
$p_a = 0{\cdot}008$ kg/mm²,
$\sigma_a = 6{\cdot}6$ „

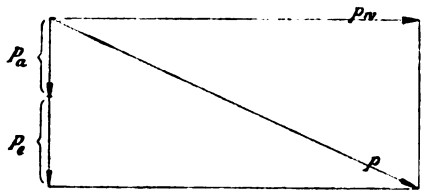


Abb. 6.

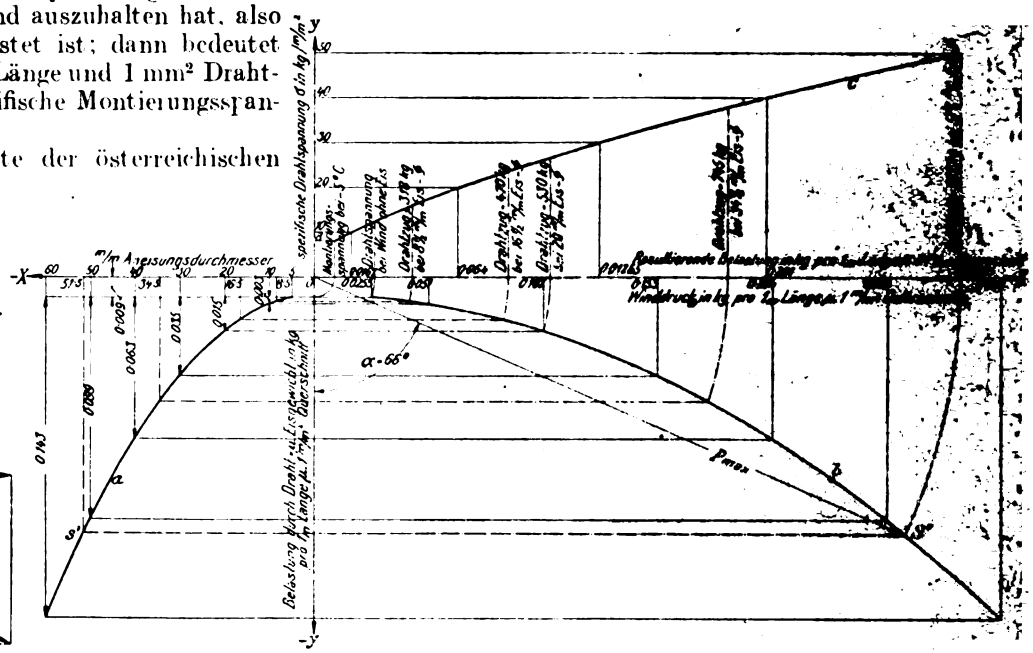


Abb. 7. Spannungsanstieg in 5 mm-Bronzedraht bei wachsendem Aneisungsdurchmesser und Winddruck von 150 kg/m² (Spannweite = 50 m).

Somit gilt für Belastungsänderungen bei der konstanten Temperatur -5^0 C für Bronzedrähte normaler Spannweite:

$$\frac{104 \cdot 12\,800}{10\,000}\left[\frac{(100\,p)^2}{\sigma^2} - \frac{(0{\cdot}9)^2}{64}\right] = \sigma - 8,$$

$$133\left(\frac{100\,p}{\sigma}\right)^2 = \sigma - 6{\cdot}3 \quad \ldots\ldots \text{I).}$$

Für Eisendrähte ergibt sich:

$$208\left(\frac{100\,p}{\sigma}\right)^2 = \sigma - 3{\cdot}5 \quad \ldots\ldots \text{II).}$$

Das neue für Wind- bezw. Eisbelastung folgende p setzt sich nach Abb. 6 aus folgenden Kräften zusammen:

Vertikal abwärts wirkend:

p_a = die anfängliche Belastung durch das Eigengewicht des Drahtes in kg pro mm² Drahtquerschnitt und 1 m Länge;

p_e = die Eisbelastung pro mm² Querschnitt und 1 m Länge.

Horizontal wirkend:

p_w = Belastung durch Winddruck von 150 kg/m² pro mm² Querschnitt und 1 m Länge.

Bei der angenommenen Windstärke rechnet sich der Druck auf eine Zylinderfläche von x cm Durchmesser und 1 m Länge $\psi \cdot \frac{150}{100} \cdot x$ kg, wenn mit ψ der Koeffizient bezeichnet wird, welcher der Oberflächenrundung Rechnung trägt.

Für ψ werden gewöhnlich die Werte $\frac{2}{3}$ bezw. 0·7 angenommen. Theoretische und experimentelle Bestimmungen haben teils auf größere, teils auf geringere Werte geführt. Da aber die angeeiste Leitung doch nicht genau zylindrisch ist, schließt sich eine genaue Bewertung des Abrundungskoeffizienten von vornherein überhaupt aus und wird für die angenommene Windstärke vorteilhaft mit dem Werte $\frac{2}{3}$ gerechnet. Dann ergibt sich nämlich ohne weitere Umrechnung: Winddruck auf die Leitung in kg pro m = Leitungsdurchmesser in cm.

Es ist für das Folgende zweckmäßig, für verschiedene Eisdurchmesser zwischen Drahtstärke und zirka 1 bis 6 cm Außendurchmesser die Werte von $(p_a + p_e)$ sowie von p_w graphisch aufzutragen, wie es Abb. 7 für 5 mm-Bronzedraht, bezw. Abb. 8 für 5 mm-Eisendraht zeigt.

Außerdem werden in Abb. 7, bezw. 8 verschiedene Werte von σ, und zwar zwischen σ_a = Montierungsspannung/mm² bei -5^0 C und σ_{max} = Zerreißfestigkeit pro mm², angenommen und die nach Gleichung I) bezw. II) zugehörigen Werte von p durch eine Kurve verbunden.

In Abb. 7 ist die Kurve der $(p_a + p_e)$ in Abhängigkeit vom Aneisungsdurchmesser dargestellt durch a; die x-Achse wird einmal benutzt, um die Werte p_w aufzutragen, und zwar mit bezug auf Kurve b; mit bezug auf die Kurve c werden auf derselben Achse die Werte p aufgetragen. Wenn wir vom Koordinatenanfangspunkt Strahlen nach beliebigen Punkten der Kurve b ziehen, so erhalten wir die Werte p der Größe und Richtung nach; um dann die einem Werte p entsprechende spezifische Drahtspannung zu finden, hat man nur nötig, den Strahl p um den Koordinatenanfangspunkt bis zur x-Achse zu drehen. Auf diese Weise läßt sich rasch für einen gegebenen Eisdurchmesser die geweckte Drahtspannung bestimmen.

Der bei Wind noch im Maximum mögliche Eisdurchmesser ergibt sich auf umgekehrtem Wege, indem der zu $\sigma_{max} = 50$ kg/mm² gehörige Maximalwert $p_{max} = 0{\cdot}2865$

Digitized by Google

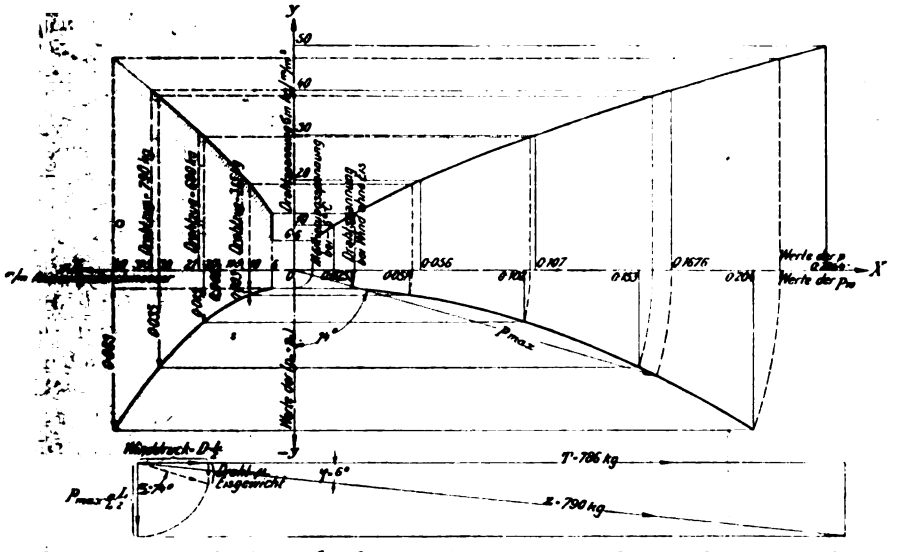
bis zum Schnittpunkt S'' in seine tatsächliche Neigung heruntergedreht wird (Abb. 7). Von S'' wird eine Horizontale bis Kurve a gezogen und der letztere Treffpunkt S' vertikal auf die x-Achse hinaufprojiziert; es ergibt sich für 5 mm-Bronzedraht ein Eisdurchmesser $D = 51{\cdot}5$ mm.

Auf gleiche Weise folgt als größtmöglicher Eisdurchmesser bei Wind für

4	mm-Bronzedraht	34·5 mm,
3	„ „	20 „
2	„ „	16·5 „
1·5	„ „	8·5 „

Ebenso ergibt sich, wenn wir auf Eisendrähte übergehen, der maximale Eisdurchmesser bei Wind für

5	mm-Eisendraht	31·5 mm
4	„ „	21 „
3	„ „	11·5 „



D = maximaler Aneisungsdurchmesser in cm, q = Drahtquerschnitt in mm², L = Spannweite in m.

Abb. 8. Spannungsanstieg in 5 mm Eisendraht bei wachsendem Aneisungsdurchmesser und Winddruck von 150 kg/m² (Spannweite = 50 m).

Die so ermittelten Eisdurchmesser bezw. die für jeden einzelnen Durchmesser in den vorhandenen Leitungen geweckten Drahtzüge, deren Zusammenstellung für Bronzedrähte die Abb. 9 (S. 491) zeigt, sind maßgebend für die größtmögliche Gestängebelastung.

Betrachten wir als einfachsten Fall ein Gestänge, bespannt mit einer einzigen Drahtsorte. Solche Fälle sind, wenn auch die gemischte Bespannung am häufigsten angetroffen wird, zum Teil doch auch in der Praxis vorhanden. Eine Linie mit einfachen Säulen kann dann nach österreichischer Baupraxis bei 1·5 mm starken Bronzeleitungen mit maximal 24 Drähten bespannt werden. Wie stark wird in gerader Strecke dieses Gestänge bei Eis und Wind beansprucht?

Wenn der Wind senkrecht zur Trassenrichtung einfällt, so ist der auf einen Mast in der Geraden entfallende Winddruck pro Draht bei stärkster Aneisung 42·5 kg (nach Tabelle I), für alle Drähte somit $24 \times 42{\cdot}5 = 1020$ kg. Bei 7 m langen Säulen von 14 cm Zopfstärke, eingebaut auf ein Fünftel Länge, wirkt diese Kraft an einem Hebelarm von zirka 5·1 m. Wenn wir sowohl den Winddruck auf den Mast als auch das Eisgewicht vernachlässigen, so ergibt sich die Beanspruchung $\mathfrak{S}$ des Holzes vom Durchmesser d an der Einspannstelle aus:

$$1020 \cdot 510 = \mathfrak{S} \cdot \frac{d^3}{10} = \frac{\mathfrak{S} \cdot 19^3}{10},$$

$$\mathfrak{S} \doteq 760 \text{ kg/cm}^2.$$

Gewöhnliche Säulen mit zirka 500 bis 550 kg/cm² Biegungsfestigkeit werden dieser Anstrengung nicht mehr gewachsen sein.

Wird der Säulendurchmesser an der Einspannstelle im Verhältnis $\sqrt[3]{\frac{760}{500}} = 1{\cdot}15$ größer, entsprechend zirka 16 cm Zopfstärke, dann besitzen Drähte und Gestänge theoretisch gleiche Festigkeit. Da die Drähte in der Praxis doch nicht alle gleichzeitig unter Erreichung der vorschriftsmäßigen Bruchfestigkeit reißen, ist im letzteren Falle sogar ein gewisser Sicherheitsgrad gegen Bruch des Bodengestänges vorhanden.

Ebenso ausgedehnte Verwendung wie die einfachen Säulen finden im Nachrichtenlinienbau die sogenannten Bocksäulen oder A-Gestänge. Die zulässige Maximalsumme der Drahtdurchmesser ist hier = 100.

Eine normale, aus Säulen von 15 cm Zopfstärke gebaute Bocksäulentrasse kann, mit 2 mm-Bronzedrähten bespannt, bis 50 Drähte führen. Der maximale Winddruck, den die angeeisten Drähte auf einen Mast in gerader Strecke übertragen, ist 82·5 kg pro Draht, im ganzen also 4125 kg (Tabelle I). Eine einfache Säule hat bei gleichem Hebelarm (= 5·3 m) und gleicher Zopfstärke eine Bruchfestigkeit

$$P = \frac{1}{530} \cdot \mathfrak{S} \cdot \frac{d^3}{10}$$

$$= \frac{1}{530} \cdot \frac{500 \cdot 21^3}{10} = \text{zirka } 875 \text{ kg}.$$

Rechnet man als Bruchfestigkeit der Bocksäule den 3·5- bis 4·5fachen Betrag der Festigkeit einer einfachen Säule, also zirka 3 bis 4 t, so erweist sich die Belastung durch Wind und Eis wieder größer als die Widerstandsfähigkeit gewöhnlicher Gestänge. Werden Säulen von 16 cm Zopfstärke gewählt, dann ist die Festigkeit der Bockgestänge mit 3·5 bis 4·5 t einzuschätzen, bei 17 cm Zopfstärke mit 4 bis 5 t. Für 16 bis 17 cm Zopfstärke wird also wieder die Gestängefestigkeit ungefähr gleich der Drahtfestigkeit.

Gestänge mit bloß einer Drahtsorte bilden, wie erwähnt, nicht die Regel. Im allgemeinen werden verschiedene Drahtsorten vorhanden sein, und zwar die ganz starken Drähte mit 4 und 5 mm Durchmesser in geringerer Anzahl, die mittleren und schwachen Drähte in fortschreitend größerer Anzahl.

Nehmen wir als einen mittleren Fall an, es seien 4 mm, 3 mm und 1·5 mm starke Bronzedrähte vertreten und ihre Anzahl stehe im Verhältnis 1 : 2 : 5; dann ist für einfache Säulen in Österreich die stärkste Bespannung:

2	Bronzedrähte	zu 4	mm	Durchmesser	
4	„	„ 3	„	„	
10	„	„ 1·5	„	„	

Wie stellt sich in diesem allgemeinen Falle die Gestängebeanspruchung?

Die denkbar stärkste Gestängebelastung würde sich dann ergeben, wenn jeder der Drähte bis zum äußersten bei Wind möglichen Drahtdurchmesser angeeist wäre und in diesem Zustande alle Drähte gleichzeitig dem Wind ausgesetzt sein würden; das heißt die 1½ mm-Drähte müßten 8·5 mm, die 3 mm-Drähte 20 mm, die 4 mm-

Digitized by Google

Tabelle I. Grenzen der Belastung von Schwachstromleitungen durch Eis bezw. Eis und Wind (Windstärke = 150 kg/m², Spannweite = 50 m).

Drahtdurchmesser in mm		Drahtfestigkeit in kg		Montierungsdrahtzug bei −8°C in kg		Anfangsdurchhang in mm, bei wolkenlosem Himmel und Drahttemperatur −8°C	Eisgewicht in kg		Drahtgewicht in kg		Winddruck in kg		Angriffskräfte am einseitig bespannten Isolator				Auslenkung α des Drahtes aus der Vertikalebene in Grad *)	Abweichung φ der Kettenlinie am Isolator von der Trassenrichtung *)	Auslenkungsdurchmesser in mm, welcher schon bei Windstille zum Drahtbruch führt	Maximale Einlast bei Windstille	
		total = Z *)	spezifisch (pro mm²)	total	spezifisch (pro mm²)		pro Spannfeld	pro 1 m	pro Spannfeld	pro 1 m	pro Spannfeld	pro 1 m	Eisgewicht (Draht und Eis) in kg	in % der Drahtfestigkeit	Winddruck senkrecht zur Trasse in kg	in % der Drahtfestigkeit	Trassenzug T *) in kg	in % der Drahtfestigkeit				
Bronzedrähte	1·5	124	70	14	8	8·5	2·75	0·055	0·8	0·016	42·5	0·85	1·775	1·4	21·25	17·2	122	98·5	85	10	33	42·5	0·85	21·25	17·2
	2	236	75	25	8	16·5	10·5	0·21	1·4	0·028	82·5	1·65	5·95	2·5	41·25	17·5	232	98·5	81	10	46	83	1·66	41·5	17·6
	3	354	50	56	8	20	15·5	0·81	3·15	0·063	100	2	9·3	2·6	50	14·1	350	99	80	8	50	98	1·96	49	13·9
	4	629	50	100	8	34·5	46	0·92	5·6	0·112	172·5	3·45	25·8	4·1	86·25	18·8	622	99	73	8	67	175	3·5	87·5	13·9
	5	982	50	157	8	51·5	108	2·06	8·8	0·175	257·5	5·15	55·9	5·7	128·75	13·2	972	99	66	8	83·5	273	5·46	136·5	18·9
Eisendrähte	3	280	40	46	6·6	11·5	5	0·1	2·8	0·055	57·5	1·15	8·9	1·4	28·75	10·8	278	99·5	82	6	88	56	1·12	28	10
	4	500	40	83	6·6	21	16·5	0·33	4·9	0·098	105	2·1	10·7	2·2	52·5	10·5	497	99·5	78	6	50·5	100	2	50	10
	5	790	40	130	6·6	31·5	38	0·76	7·6	0·153	157·5	3·15	22·8	2·9	78·75	10	786	99·5	74	6	63	155	3·1	77·5	10

*) Bezüglich T, Z, α und φ vergleiche das Kräftediagramm Abb. 8.

Drähte 34·5 mm Stärke erreicht haben. Annähernd müßte also jeder Draht ungefähr auf den siebenfachen Durchmesser verstärkt worden sein. Dem Charakter der Aneisungskurve nach Abb. 1 würde dies ungefähr entsprechen. Ob dies aber in Wirklichkeit jemals zutrifft, erscheint zweifelhaft.

Wie schon ausgeführt worden ist, dürften die 1·5 mm-Drähte zuerst aneisen; bei der geringen Differenz im Durchmesser werden 3 mm- und 4 mm-Drähte wohl alsbald nachfolgen und wir werden praktisch keinen großen Fehler begehen, wenn wir annehmen, daß das Eis an allen drei Drahtsorten ungefähr gleich schnell weiter wächst und daß also, wenn die 1·5 mm-Drähte 8·5 mm Durchmesser erreicht haben, alle übrigen Drähte ungefähr den gleichen Durchmesser aufweisen*).

Unter dieser vereinfachenden Annahme stellt sich die Gestängebelastung folgendermaßen: Der Winddruck ist = Gesamtzahl der vorhandenen Drähte × Winddruck auf den schwächsten Draht pro Feld, das ist (nach Tabelle I):

$$16 \,.\, 42{\cdot}5 = 680 \text{ kg}.$$

Das Biegungsmoment ist also:

$$M_b = 680 \,.\, 510 = \frac{\mathfrak{S} \,.\, d^3}{10} = \frac{\mathfrak{S} \,.\, 19^3}{10}$$

$$\mathfrak{S} = 500 \text{ kg/cm}^2.$$

In diesem ersten Belastungsstadium erweist sich eine gewöhnliche Säulentrasse mit Stangen von 14 cm Zopfstärke bis zur Grenze ihrer Belastungsfähigkeit ausgenutzt.

Schreitet nun die Aneisung weiter fort, dann müssen sämtliche 1·5 mm-Drähte reißen; für die übrigen besteht die Möglichkeit noch weitere Eis- und gleichzeitig auch Windbelastung aufzunehmen. Dies kann kontinuierlich fortgehen, bis der Eisdurchmesser von 20 mm an den 3 mm- und 4 mm-Drähten erreicht ist.

Der Winddruck ist jetzt, wo nur mehr sechs Drähte vorhanden sind, nach dem früheren $6 \times 2 \times 50 = 600$ kg. Dem Sinken des Winddruckes steht zwar, da die zuerst abfallenden schwächeren Drähte immer unten verlaufen, ein Anwachsen des Hebelarmes für die Winddruckresultante gegenüber; dieser Ausgleich aber ist hier nur ein teilweiser, denn der Hebelarm wächst auf zirka 5·5 m an und es ist $\frac{680}{600} > \frac{5{\cdot}5}{5{\cdot}1}$. Die Gestängebelastung ist also kleiner als im erst untersuchten Belastungsstadium.

In gleicher Weise findet sich, wenn auch die 3 mm-Drähte gerissen sind, die dann noch mögliche höchste Windbelastung $= 2 \times 3{\cdot}45 \times 50 = 345$ kg.

Das erste Stadium kombinierter Wind- und Eisbelastung (bei 8·5 mm Eisdurchmesser) ist demnach als das gefährlichste für die Mastanstrengung hier maßgebend und es zeigt sich an diesem Ziffernbeispiel der günstige Einfluß der in der Mehrzahl der Fälle vorhandenen Bespannung mit verschieden starken Leitungen, welche serienweise reißen, ehe es zu einem streckenweisen Gestängeniederbruch kommen kann.

Für Abspannmaste ergibt sich unter den früheren Voraussetzungen folgendes:

Maste mit nur einer Drahtsorte werden im Maximum mit der Summe aus den Zerreißfestigkeiten aller Drähte belastet. Nach Tabelle I beträgt der senkrecht zur Trassen-

*) Nach langjährigen Beobachtungen der Telegraphenliniensektion Aussig an Gestängen mit Eisen- und Bronzeleitungen verschiedener Durchmesser in ausgesprochenen Rauhreifgegenden konnte nicht wahrgenommen werden, daß durch die Drahtstärke bezw. das Drahtmaterial die Stärke der Aneisung merkbar beeinflußt wird.

Digitized by Google

richtung wirkende Winddruck zwischen 10 und 17·5% des Drahtzuges. Das Eigengewicht der bei Wind größtmöglichen Eislast ist 1·4 bis 5·7%. Diese Maximallast kann nur so lange bestehen, als sämtliche Drähte intakt sind. Beim Drahtbruch treten fortschreitende Entlastungen ein.

Im allgemeinen Falle, bei Bespannung mit verschieden starken Drähten, ergeben sich bei Fortschreiten der Aneisung sowohl für den Winddruck wie für den Drahtzug Belastungssprünge durch das aufeinanderfolgende Abreißen der Drahtkategorien von übereinstimmendem Durchmesser.

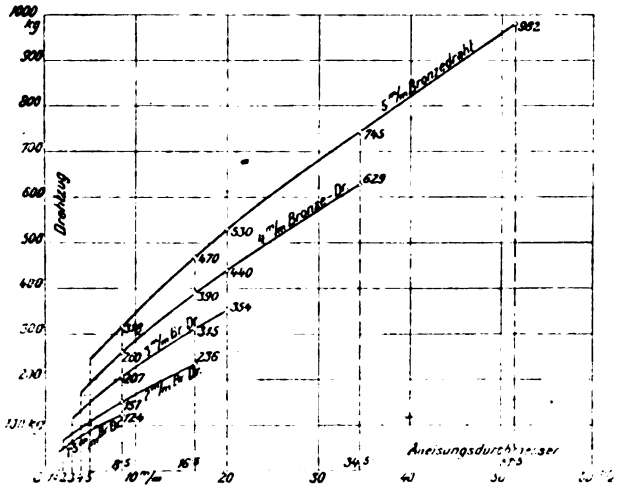


Abb. 9.

Für das früher gerechnete Beispiel,

2 Bronzedrähte zu 4 mm Durchmesser,
4 „ „ 3 mm „
10 „ „ 1·5 „ „

ist der Drahtzug bei Wind und 8·5 mm Eisdurchmesser nach Abb. 9:

$$10 \cdot 124\,\text{kg} + 4 \cdot 207\,\text{kg} + 2.260\,\text{kg} = 2588\,\text{kg}$$

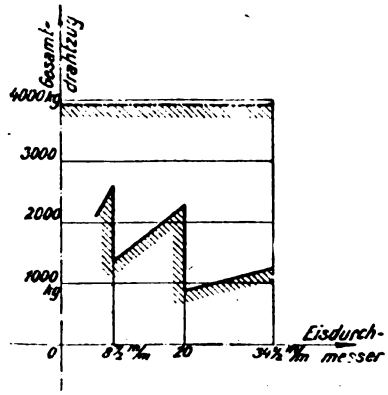


Abb. 10.

Wächst der Eisdurchmesser nur ein wenig, so reißt die 1·5 mm-Drahtpartie, wodurch der Drahtzug auf 1348 kg sinkt. Von da steigt der Drahtzug nach Abb. 10 ungefähr nach einer Geraden, bis ein Eisdurchmesser von 20 mm erreicht ist. In diesem Stadium ist der Drahtzug:

$$4 \cdot 354\,\text{kg} + 2 \cdot 440\,\text{kg} = 2296\,\text{kg}.$$

Nach erfolgter Entlastung auf 880 kg wird schließlich bei 34·5 cm Eisdurchmesser der Drahtzug

$$2 \cdot 629\,\text{kg} = 1258\,\text{kg}$$

erreicht.

Es zeigt sich im Gegensatz zur Bespannung mit einer einzigen Drahtsorte, daß bei gemischter Bespannung der Drahtzug niemals die Summe aus allen Drahtfestigkeiten erreichen kann. Im vorliegenden Beispiel ist die Belastung im ungünstigsten Fall (2588 kg für Belastungsstadium I) nicht mehr als 66·5% der Summe der Drahtfestigkeiten (3914 kg). Ob dabei der ungünstigste Fall schon durch das erste Belastungsstadium dargestellt wird wie in Abb. 8 oder durch eines der späteren, das hängt ganz von dem Verhältnis ab, in welchem die Anzahl der verschiedenen Drahtsorten zueinander steht.

Untersuchen wir als zweites Beispiel noch ein vollbespanntes Bockgestänge, welches alle normalmäßig verwendeten Bronzedrähte führt, und zwar:

2 Bronzedrähte zu 5 mm Durchmesser
4 „ „ 4 „ „
8 „ „ 3 „ „
12 „ „ 2 „ „
16 „ „ 1·5 „ „

dann ergibt sich nach Abb. 11 in gleicher Weise, daß der größte Drahtzug (Belastungsstadium II) um 35% hinter der Summe aller Drahtfestigkeiten zurückbleibt.

Abb. 12 zeigt, wie für diesen Fall Wind- und Eisdruck variieren.

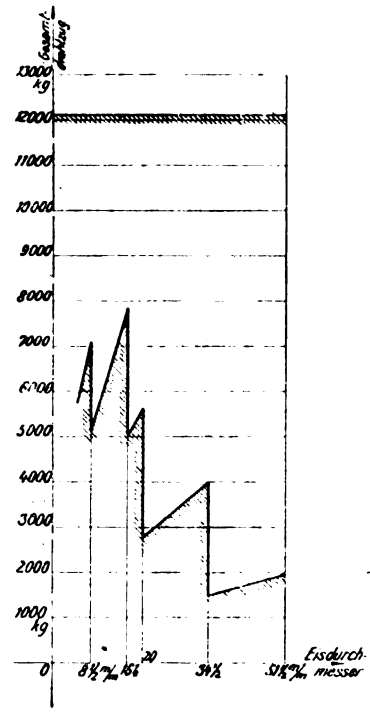


Abb. 11.

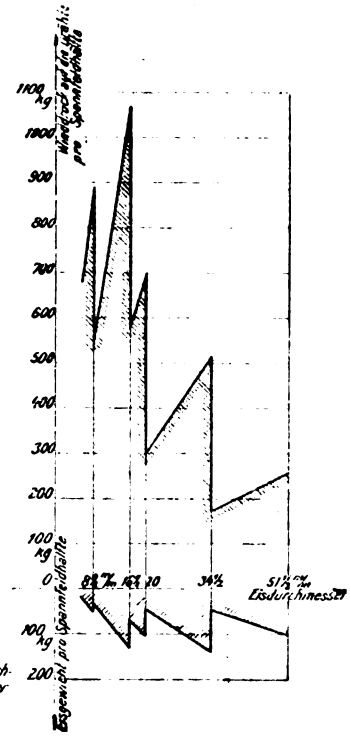


Abb. 12.

Durch den Winddruck auf die angeeisten Drähte wird hier auf einen Abspannmast im Maximum zirka 9% des Summenzuges aller Drahtfestigkeiten übertragen.

Noch weit geringer ist das Eigengewicht der Aneisung; dies beträgt maximal (Belastungsstadium IV in Abb. 12) nur zirka 1% des Summenzuges aus allen Drahtfestigkeiten.

Mit bezug auf den in Wirklichkeit größtmöglichen Drahtzug von 7852 kg beträgt der auf den einseitig bespannten Isolator übertragene Winddruck im Maximum 13·6%. Der analoge Wert für die Bespannung mit einer einzigen Drahtsorte war im Mittel ungefähr = 15. Für den allgemeineren Fall der gemischten Bespannung ergibt sich also ungefähr derselbe Prozentanteil, wenn der Winddruck auf das praktisch mögliche Drahtzugmaximum bezogen wird.

Beziehen wir auch das Eisgewicht auf den praktisch möglichen Höchstdrahtzug, so folgt die auf einen Abspannmast entfallende Kraft zu zirka 1·75%.

Für einen Mast in gerader Strecke würde sich letzteres Verhältnis mit dem doppelten Betrag, das ist 3·5% ergeben. Da aber die Drahtzüge hier entgegengesetzt gleich und somit nicht in Rechnung zu stellen sind, interessiert für

Digitized by Google

solche Maste mehr das Größenverhältnis zwischen Eisgewicht und Winddruck auf die Drähte. Während dies bei Bespannung mit einer einzigen Drahtsorte bis zu 40% steigen kann (für 5 mm-Bronzedraht gemäß Tabelle I), ergibt sich für die vorliegende ausgesprochen gemischte Bespannung das weit kleinere Verhältnis $\frac{130}{1070}$ = zirka 12%, und zwar für das Belastungsstadium II. Der Unterschied folgt daraus, daß das Stadium der größten kombinierten Belastung (Phase II) und das Stadium der größten Eislast (Phase IV) nicht zusammenfallen. Man ersieht, daß das Verhältnis 12% gerade einer ausschließlichen Bespannung mit den für Phase II bestimmenden Drähten, das ist 2 mm-Bronzedrähten, entspricht, weil sich die verschiedenen starken Drähte mit bezug auf das fragliche Verhältnis ebenso verhalten, als ob es durchgehends 2 mm-Bronzedrähte wären. Darauf soll jedoch nicht weiter eingegangen werden, denn wenn man berücksichtigt, daß die Knickfestigkeit der Gestänge gegenüber Vertikallasten weit größer ist als die Biegungsfestigkeit gegenüber Horizontalkräften, die nahe der Mastspitze angreifen, so ergibt sich, daß der Fehler, den wir bei Vernachlässigung des Eisgewichtes begehen, im allgemeinen und besonders bei gemischter Bespannung nur gering ist. Bei der Berechnung auf kombinierte Eis- und Windlast kann also im Hinblick auf ihren näherungsweisen Charakter die Berücksichtigung der Vertikalkomponente ganz entfallen.

Bei gleichzeitiger Verwendung von Bronze- und Eisendrähten werden auch die den Aneisungsdurchmessern der Abb. 8 entsprechenden Phasen zu berücksichtigen sein, falls die Eisendrähte in größerer Anzahl vorhanden sind. In allen Fällen, wo die Eisendrähte in ihrem Einflusse gegenüber den Bronzedrähten zurücktreten, wird es genügen, bloß die für Bronzedrähte in Abb. 9 bestimmten Belastungsstufen zu berücksichtigen und den dabei in den Eisendrähten auftretenden Zug näherungsweise gleichzusetzen dem Drahtzug, der im Bronzedraht gleichen Durchmessers geweckt wird, vermehrt um einen Zuschlag von 10%.

Was die übrigen Bronzedrähte anbelangt, so genügt es näherungsweise, die 4½ mm-Bronzedrähte zur Hälfte als 5 mm- und zur Hälfte als 4 mm-Drähte zu behandeln; in analogerweise können 3·5 mm- und 2·5 mm-Bronzedrähte ersetzt werden.

Daß sich die untersuchten Belastungsstadien in fortgesetzter Reihenfolge wirklich nacheinander ergeben könnten, ist nicht anzunehmen.

Die Bildung von dichten homogenen Eismassen wird wohl immer auf Perioden relativ ruhiger Witterung beschränkt sein; heftiger Wind wird erst später hinzutreten und wenn dieser sich zum Sturm entwickelt hat, wird auch weiteren derartigen Eisbildungen eine Grenze gesetzt sein. Die Drähte können vorher bereits so weit angeeist sein, daß die eine oder andere Drahtpartie nach Tabelle I schon bei Windstille gerissen ist und die nächststärkere Drahtsorte etwa schon bei geringerer Windstärke reißt. Aber es kann in diesem letzteren Falle höchstens eine der für die gedachte Belastungssteigerung entwickelten Belastungsstufen erreicht werden. Sind genug schwache Drähte vorhanden, so daß im Stufendiagramm zum Beispiel die erste oder zweite Belastungsstufe die größte Staffel bildet, dann kann es sich auf diese Weise ergeben, daß die Maximalstufe überschritten wird und eine stärkere Anisung dem Gestänge nicht einmal so gefährlich wird als ine schwächere dann hätte werden können, wenn zu dieser schwächeren Aneisung frühzeitiger der Sturm hinzugetreten wäre*).

Die im vorstehenden angenommene Windstärke von 150 kg/m² entspricht der nach verschiedenen Bauvorschriften für österreichische Verhältnisse maßgebenden Maximalziffer. Inwieweit diese Ziffer hier zutreffend ist, wird ebenso wie die Anwendung der vorstehenden Ergebnisse auf die Berechnung von Masten in Winkelpunkten in einem folgenden Artikel behandelt werden.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Sparsamkeit im Kesselhause. D. Wilson geht von der Betrachtung aus, daß der mittlere thermische Wirkungsgrad, der in englischen Kraftwerken erreicht wird, nur 10% beträgt, während in amerikanischen Kraftwerken man als höchsten Wirkungsgrad (Kraftwerk Detroit) sogar 17% schon erreicht hat. Aus dieser Feststellung zieht der Verfasser den Schluß, daß der Kesselhausbetrieb wohl eine wesentlich höhere Wirkungsgradziffer in der Zukunft erzielen könne, wenn er auf mehr wissenschaftlicher Basis als bisher geführt werde. Dieser Umstand wird besonders in Amerika anerkannt, wo A. Stott, Chef-Ingenieur der Rapid Transit Railway in New York zur Ausbildung der Techniker für die Bedienung der Kessel besondere Kurse in Vorschlag bringt. In jedem Betrieb von Kraftzentralen sollen vor allem regelmäßig genaue Aufschreibungen geführt werden über die wichtigsten Betriebsfaktoren, nämlich: Leistung, Kohle (Beschaffenheit, Heizwert, Aschengehalt, Verbrauch usw.), Wasser (Menge des kondensierten Wassers für die Einheit, Verdampfungsziffer, Speisewassertemperatur usw.); Vakuumtemperaturen, Dampf (Spannung im Kesselhause und bei den Maschinen, Temperatur im Kesselhause und bei den Maschinen), endlich Wirkungsgrad (im Kesselhause, im Turbinenraume, Gesamtwirkungsgrad). Ein wirtschaftlicher Kesselbetrieb erfordert überdies ständig eine Anzahl von wissenschaftlichen Untersuchungen, von welchen die wichtigsten die nachstehenden sind: 1. Untersuchung der Wärmetransmission; 2. Kohlenanalyse; 3. Rauchgasanalyse; 4. Untersuchung der brennbaren Rückstände in der Asche. Die Wärmemenge, die ein Kessel in der Zeiteinheit aufnimmt, hängt von der Menge „nutzbarer Wärme" ab, die ihm zugeführt wird. Von dieser Wärme wird aber nur ein Teil aufgenommen und das Verhältnis der vom Kessel aufgenommenen Wärmemenge zu der dem Kessel zugeführten nutzbaren Wärmemenge gibt den wahren thermischen Wirkungsgrad. Der letztere hängt hauptsächlich davon ab, wie viel von der Heizfläche des Kessels der Wärmeleitung und Strahlung ausgesetzt ist. Die Aufgabe besteht darin, das Maximum der erzeugten Wärme im Feuerraume an die reine und trockene äußere Mantelfläche des Kessels abzugeben. Dieses Maximum hängt von der Anzahl der Gasmoleküle ab, die mit der Heizfläche in Kontakt kommen, bezw. hängt ab von der Geschwindigkeit des Heizgasstromes. Durch Versuche wurde festgestellt, daß die Wärmeabsorption in nahezu direktem Verhältnis zunimmt zu der Zunahme des Gewichtes der Gase, welche durch den Feuerraum des Kessels gehen und daß der Kessel die Leistung von 1 PS auf ⅓ m² Heizfläche lieferte, wenn die Kesselplatten nahezu die ganze Wärme der Heizgase aufnahmen. Hauptbedingung einer guten Wärmeübertragung ist, daß die Kesselbleche sowohl innen als auch außen in reinem Zustande erhalten werden. Es ist sehr schwierig, den Verlust an Wirkungsgrad zu bestimmen, der durch Wärmeverluste infolge der Kesselsteinablagerungen entsteht und es hängt dies sehr von der Stärke und Beschaffenheit der letzteren ab. Wenn die Ablagerung dicht und hart ist, so ist sie praktisch genommen wasserdicht und es kann bereits eine dünne Schichte derselben infolge ihrer schlechten Wärmeleitungsfähigkeit sowohl die Ursache von beträchtlichen Wärmeverlusten, als auch Gefahren für den Kessel überhaupt werden. Wenn hingegen die Ablagerung porös ist, so wird Wasser durchgelassen und die Abnahme der Wärmeleitungsfähigkeit wird relativ gering sein.

---

*) In besonderen, anderwärts beobachteten Fällen mag die Bildung von glattem blasenfreien Eis vielleicht unter anderen Begleitumständen vor sich gehen. Ein derartiger Ausnahmefall wären die aus Nordamerika bekanntgewordenen Eisregen, welche übrigens nicht die allerstärksten Aneisungen ergeben; nach den Berichten wurden dabei Eisdurchmesser von zirka 0·5 dm gemessen. Von solchen Sonderfällen ist hier abgesehen, da nur europäische Wetterverhältnisse vorausgesetzt sein sollen.

Digitized by Google

Die Ablagerung von Ruß und Flugasche an den Außenwänden des Kessels bewirkt in noch viel höherem Maße als der Kesselstein die Verminderung der Leitungsfähigkeit und ist daher bei jedem Kesselsystem eine öftere äußere Reinigung sehr geboten. Um den thermischen Wirkungsgrad eines Kraftwerkes kontrollieren zu können, muß der Wärmewert der Kohle in Kalorien von Woche zu Woche festgestellt werden. Hiezu ist in jedem Kraftwerk die Anlage eines kleinen Laboratoriums sowie einer Kohlenversuchsstation erforderlich. Die Untersuchung der Kohle erfolgt durch die Analyse und das Kalorimeter. Wichtig ist hierbei die richtige Auswahl einer Probe, welche vorher durch Trocknung von der Feuchtigkeit befreit werden muß. Zur kalorimetrischen Untersuchung wird vorteilhaft eine Sauerstoffbombe nach dem Mahlerschen System verwendet. Auch für die Untersuchung der Rauchgase, die gleichfalls kontinuierlich bezw. in kurzen periodischen Zeiträumen vorgenommen werden soll, ist ein gut eingerichtetes Laboratorium erforderlich. Die Untersuchungen müssen durch Messung der Temperatur der Rauchgase an verschiedenen Stellen der Rauchkanäle und durch Analyse der Rauchgase bezw. Feststellung von deren Kohlensäuregehalt erfolgen. Ein Orsat-Apparat sollte in keinem derartigen Laboratorium fehlen. Die Verluste durch Schlacke und Asche in der Kohle können 1·7 bis 7% des Kohlenwertes betragen und es ist daher gleichfalls eine ständige Untersuchung der verwendeten Kohle auf deren Schlacken- und Aschengehalt erforderlich. Auch die Menge des in der Asche und in der Schlacke noch enthaltenen unverbrannten Brennmaterials muß ständig untersucht werden. Der Zug in den Rauchkanälen und im Schornstein soll ständig kontrolliert werden. Die Zugkontrolle kann auf automatischem Wege erfolgen und bei Anwendung des künstlichen Zuges können sämtliche Ventilatoren von einer Zentralstelle im Kesselhause ihrem Gange und ihrer Pressung nach geregelt werden. Am Vorderteil des Kessels soll sichtbar für den Heizer ein Zugmesser angebracht sein, der mit dem Rauchkanal an der Stelle vor dem Rauchschieber in Verbindung steht. Bei steter Überwachung der Zugstärke und des Kohlensäuregehaltes in den Rauchgasen ist es möglich, die Feuerung auf der Höhe des Wirkungsgradmaximums zu erhalten. In einer modernen Kesselhausanlage muß es bei steter Beobachtung der oben genannten Faktoren möglich sein, den Wirkungsgrad der Kessel ständig auf der Höhe von 76 bis 80% zu erhalten. Hiebei soll die Temperatur der in den Schornstein abziehenden Rauchgase nicht mehr als 150° C betragen und der Kohlensäuregehalt an derselben Stelle nicht unter 10% sinken.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 91, 1918.)

Wassermotoren, Windmotoren, Pumpen.

Der Vereinheitlichungsgedanke in der Lagerfabrikation marktgängiger Kompressoren und Kurbelwasserpumpen. Ludwig Glück in Frankenthal. Das Streben, die Arbeitsverfahren wirtschaftlicher zu gestalten, führt dazu, Maschinen auf die Möglichkeit hin ihre Einzelteile zu vereinheitlichen, zu untersuchen*). In erster Linie will der Vereinheitlichungsgedanke durch die Bildung von Normen und Normalien die ungeordnet auftretenden Arbeitsverrichtungen und -vorgänge durch wenige, oft wiederkehrende derselben Art ersetzen, die alsdann infolge ihrer häufigeren Wiederholung sich besser und billiger durchführen lassen. Hiebei kommt nur die Vereinheitlichung der hochwertigen Teile unter sich in Frage, wodurch die Lagerhaltung erheblich erleichtert wird. Um die hochwertigen Teile einheitlich gestalten zu können, muß man zunächst die verschiedenen Pumpenhauptmaße, welche von der Mengenleistung (Kolbenfläche) und dem Förderdruck abhängen, vermindern. Da der Gestängedruck durch Kolbenfläche und Förderdruck bestimmt wird, werden vorteilhaft diese beiden in solche Abhängigkeit gebracht, daß sie als Produkte möglichst wenige unter sich verschiedene Gestängedrücke ergeben. Dies wird dadurch erreicht, daß man die durch die Kolbenflächen vertretene Fördermengensteigerung nach einer geometrischen Reihe fortschreiten läßt, so, daß die prozentuale Zunahme von Kolbenfläche zu Kolbenfläche immer die gleiche ist und daß man gleichzeitig ebenso eine Abstufung der Druckhöhen, für die jeweils Reihen gebaut werden sollen, in dem gleichen prozentualen Verhältnis vornimmt. Die einzelnen Werte für Kolbenflächen und Förderhöhen bilden dann je für sich geometrische Reihen gleicher Exponenten. Dies wird an einem Beispiel aus dem Kompressorenbau erläutert, wobei für die Steigerung in den Zylinderflächen der Reihenexponent mit $\sqrt{2}$ gewählt wurde. Sowohl für einen Einzylinder-Verbundkompressor mit Differentialkolben als auch für einen zweistufigen Kompressor mit zweigetrennten Zylindern läßt sich bei Berechnung der Zylinderdruckflächen der Steigerungsfaktor $\sqrt{2}$ anwenden. Die Anzahl der Veränderungen im Hub wird möglichst reduziert, und bei Stufenkompressoren eine Aufstellung mit nur drei (150, 300 und 500 mm) statt der für diesen Bereich üblichen sieben bis acht verschiedenen Hübe gewählt. Ein gleiches Verhältnis wird für die entsprechenden minutlichen Drehzahlen gewählt (250, 177 und 150), und zwar gleich für ein- und zweistufige Maschinen.

Ein gesetzmäßiger Verlauf der Mengenleistungszunahme durch das ganze Gebiet hindurch bringt aber nur dann einen praktischen Nutzen, wenn man Wert darauf legt, mit ganz wenigen, bei allen Maschinen voll ausgenutzten Normalventilen auszukommen. Wünscht man aut Grund von Erfahrungen für jeden einzelnen Kompressor möglichst wenige Ventile zu haben, so ist darauf zu achten, daß nicht die Leistungsreihen bei einstufigen Kompressoren andere werden als bei den zweistufigen Maschinen, oder bei liegenden Maschinen andere als bei stehenden; denn dadurch wird es möglich, das gleiche Ventil an mehreren Stellen zu verwenden, und auch für diesen Fall wird die Ventilanzahl auf ein Mindestmaß gebracht. Die Werte der prozentualen Zunahme von einer Mengenleistung zur nächsten verlaufen nach einer Geraden parallel zur Abszissenachse. Die Höhenlage dieser Geraden ist vom Steigerungsfaktor selbst abhängig und beträgt in unserem Falle $(\sqrt{2}-1)100 = 41{\cdot}4\%$. Wird für größere Maschinen eine geringere Leistungszunahme gewünscht, so läßt sich diese vorteilhaft in der Weise erzielen, daß für die letzteren der Steigerungsfaktor auf die Wurzel aus dem erstgewählten vermindert wird, für unser Beispiel also auf $\sqrt{\sqrt{2}} = 1{\cdot}19$; dabei vermag der erstgewählte Reihenexponent ungestört durch das ganze Gebiet hindurch zu verlaufen, und der zweite Steigerungsfaktor schafft nur eine Zwischenreihe. Aus einer Anzahl von Diagrammen ist der Verlauf der prozentualen Preis- und Leistungszunahme aus entsprechenden Kurven zu entnehmen. Die prozentuale Leistungszunahme ist konstant. Die prozentuale Preiszunahme hingegen ist erst gering und steigt dann stärker an, bleibt aber immer unterhalb der Linie der Leistungszunahme, die sie niemals ganz zu erreichen vermag, da mit steigender Maschinengröße der Einheitspreis für 1 m³ Ansaugleistung normalerweise abnimmt. Als praktisch hat es sich erwiesen, Rahmen und Zylinder in einem Stück zusammenzugießen. Es ist somit für die gleiche Mengenleistung auch bei verschiedenen Förderdrücken für jede Maschinengröße nur ein Hauptmodell erforderlich. Um Änderungen der Anschlußflansche an den Rahmenmodellen zu vermeiden, werden die Verbindungsstellen zwischen Rahmen und Zylinder innerhalb desselben Hubes für alle Rahmen und Zylinder gleich gehalten. Hiedurch wird eine außerordentlich weitgehende Einschränkung der Anzahl verschiedener Teile erreicht. Die Verminderung der Stückzahl verschiedener hochwertiger Teile hat selbsttätig eine solche auch kleinerer, also der für Massenherstellung in erster Linie in Betracht kommenden Einzelteile zur Folge. Ferner ist auch aut Einhaltung einer möglichst vollständigen Symmetrie der Maschinen zu achten. Gelingt es auf die beschriebene Art, die Lagervorräte nur um die Hälfte zu vermindern, und liegt unter normalen Verhältnissen an halbfertigen und fertigen Fabrikaten insgesamt ein Viertel des Jahresumsatzes am Lager, so ergibt sich dadurch, wenn für Verzinsung und alle Nebenkosten, welche die Lagerhaltung verursacht, nur 8% der Vorratswerte jährlich gerechnet wird, eine Verbesserung des Gewinnes um $\frac{8}{2 \cdot 4} = 1\%$ des Umsatzes, wobei gleichzeitig vom angelegten Kapital noch $^1/_4 - ^1/_8 = ^1/_8 = 12{\cdot}5\%$ des Jahresumsatzes frei werden. Außerdem kommen noch erhebliche Ersparnisse infolge der Vereinfachung des Fabrikationsbetriebes hinzu.

(Technik und Wirtschaft, XI. Jahrg. 1918, Hefte II bis V.)

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 35, Seite 398.

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Ein neues Pyrometer. F. Hirschson. Bei diesem Meßgerät wird die nach festen Gesetzen ansteigende Wärmestrahlung zur Wärmemessung nutzbar gemacht. Dies bietet den Vorteil, daß das Pyrometer nicht unmittelbar der zu messenden Temperatur ausgesetzt, sondern nur von einer verh ltnismäßig geringen Strahlung beeinflußt wird; es wird also außerhalb des Ofens, der nur mit einer kleinen Öffnung für den Strahlenaustritt verschen ist, verwendet. Die Wirkungsweise des neuen Meßgerätes beruht auf dem Bolometerprinzip. Denkt man sich die vier Zweige einer Wheatstoneschen Brücke aus Metall von hohem Temperaturkoeffizienten hergestellt, so wird eine verschieden hohe Erwärmung der einzelnen Zweige eine Belastungsänderung und entsprechenden Galvanometerausschlag bewirken. Eine besonders günstige Anordnung erhält man, wenn man zwei diametral gegenüberliegende Brückenzweige der Erwärmung aussetzt, die anderen dagegen nicht. In der praktischen Ausführung besteht das Gerät aus zwei nebeneinander liegenden Rohren. Das eine Rohr ist offen und enthält ein Bündel feiner Spiralen, das zweite Rohr ist geschlossen und enthält die unbestrahlten Brückenzweige.

Der Abstand des Gerätes von der strahlenden Fläche ist belanglos, sofern nur diese Fläche einen gewissen, im Verhältnis zum Abstand stehenden Mindestdurchmesser hat. Durch Blenden, die dem Aufnahmerohr vorgesteckt werden, kann der Meßbereich

Digitized by Google

beliebig geändert werden. Das Aufnahmerohr kann entweder fest am Ofen angebracht oder auch mit einem gewöhnlichen Kamerastativ davor aufgestellt werden. Ein großer Vorteil des beschriebenen Meßverfahrens besteht darin, daß die Anzeige der Temperatur in wenigen Sekunden erfolgt, da die Erwärmung des feinen Spiralbündels sehr schnell vor sich geht. Die Genauigkeit ist sehr hoch; bei der Prüfung in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ergab sich keine höhere Abweichung als 0·9%. Die Meßgeräte werden von der Firma Paul Braun & Co., Berlin, ausgeführt.

(Z. V. D. I. 62, Heft 33, 1918.)

Leitungen.

Eine Maschine zum Bohren von Erdlöchern für Maste wird von der International Earth-Boring Machine Comp., Chicago, auf den Markt gebracht. Auf dem Wagenuntergestell irgend eines Fahrzeuges ist ein den Antriebsmechanismus für das Bohren tragender Drehtisch von 1·5 × 3·7 m so angebracht, daß der Bohrer an eine bestimmte Stelle des Bodens angesetzt werden kann; der Tisch läßt auch eine Einstellung um 15 bis 20° beim Bohren in Steigungen zu. Den Antrieb besorgt ein 40 PS-Elektromotor, der mittels Kettenradübersetzung auf den Bohrer wirkt. Mit einem Hebel wird der Motor geregelt, mit einem zweiten das Bohrwerkzeug gehoben und gesenkt. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 3 m/min, das Rückziehen des Bohrers erfolgt mit der doppelten bis dreifachen Geschwindigkeit. Das ausgeworfene Erdreich ist fein zerteilt und läßt sich gut zum Feststampfen verwenden. Zur Bedienung dienen zwei Mann, die leicht 100 Maste in 10 Stunden vollkommen setzen können. Mit dem Wagen ist ein Hebezeug verbunden zum Anheben der Maste und Einsetzen in die gebohrten Löcher. Das Bohrwerkzeug ist auswechselbar und können Bohrer von 7·6 bis 76 cm Durchmesser eingebaut werden. Die Maschine kann auch zum Ausheben von Kabelgräben verwendet werden; es werden Bohrlöcher nebeneinander ausgehoben und die Erdwälle dazwischen weggenommen. Der Antrieb des Bohrwerkzeuges wird bei motorischem Antrieb des Wagens von der umlaufenden Antriebswelle abgenommen, wenn gebohrt werden soll.

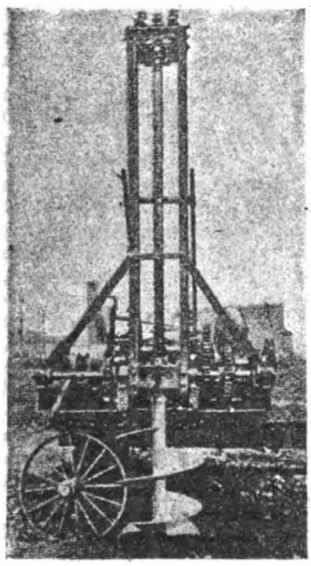


Abb. 1.

Abb. 1 zeigt eine derartige Maschine betriebsbereit*).

(El. World, 71, Nr. 24, 1918.)

Elektrische Apparate.

Eine lichtelektrische Zelle zur Erzeugung von Wechselstrom gibt T. W. Case an. In eine Lösung von Kupferformat oder -azetat taucht eine Platte oder ein Draht aus Kupfer, so daß sich dort eine dünne Schicht eines niederen Oxydes bildet; als zweite Elektrode dient ein blanker Kupfer- oder Silberdraht. Die Zelle ist abgeschlossen und wird luftleer gemacht. Wenn die mit einem dünnen Film bedeckte Elektrode beleuchtet wird, so entsteht zwischen beiden Elektroden eine EMK von 0·11 V, wobei die Filmelektrode Anode ist. Bei dauernder Belichtung sinkt die EMK. Unter dem Einfluß des Lichtes soll sich nach Ansicht des Autors ein Kupferoxyd bilden, das aber von der Säure des Elektrolyten aufgelöst wird. Beleuchtet man die blanke Elektrode, so kehrt die Stromrichtung um. Ordnet man einen rotierenden Schirm in den von einer Bogenlampe ausgehenden Lichtstrahl, so daß die beiden Elektroden abwechselnd belichtet werden, so tritt eine wechselnde EMK auf; an den Elektroden war keine Abnutzung zu merken.

(The Electrician, 81, Nr. 13.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Nebenprodukte der elektrischen Kupferraffination. L. Addicks. Es kommen in Betracht: Au, Ag, Pt, Pd, Pb, Ni, Sb, Bi, As, Co, Se und Te. Die Aufarbeitung der Anodenschlämme gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Kupferraffination und besteht in der Erzeugung eines annähernd Cu-freien Schlammes, Verschmelzen behufs Anreicherung der Edelmetalle und Trennung derselben. Die in Wasser verteilten Schlämme werden mit H_2SO_4 bis zu 50% versetzt, worauf 10% Natriumnitrat zugesetzt wird. Nach dem Absetzen wird die Flüssigkeit abgelassen und die Schlämme werden getrocknet. Für die Oxydation und Laugung behufs Entfernung des Cu sind verschiedene Verfahren angewendet worden. Man setzt das Kochen gewöhnlich so lange fort, bis in der Lösung Ag nachweisbar ist. Die Rückstände werden in Flammöfen derart verschmolzen, daß man drei Schichten erhält: zu unterst goldreiches Silber, in der Mitte Stein, enthaltend hauptsächlich Ag und Cu in Verbindung mit Se und Te, und zu oberst eine As-Sb-Schlacke. Die Trennung von Au und Ag wird durch H_2SO_4 oder elektrolytisch durchgeführt. Der elektrolytische Prozeß wird nach drei Methoden (Thum-Balbach, Moebius und Whitehead) ausgeführt. Im Vergleich zum Schwefelsäureverfahren sind beim elektrolytischen Prozesse die Produkte reiner, die Metallverluste geringer und die Betriebskosten niedriger.

(Z. f. angew. Chemie, 5. 7. 1918, nach Metallurg. and Ch. Engin.)

Stoffkunde.

Die Untersuchung der Schalter- und Transformatorenöle. G. Schendell. Die umfangreiche Verwendung von Ölen in der Elektrotechnik läßt es wünschenswert erscheinen, mit einfachen Mitteln die Verwendbarkeit der Öle festzustellen und eine dauernde Kontrolle auszuüben. Die dabei in Betracht kommenden physikalischen Verhältnisse sind der Untersuchung verhältnismäßig leicht zugänglich. Verfasser beschreibt einige einfache Verfahren, die von jedem Betriebe leicht selbst ausgeführt werden können. Zur Verwendung gelangen für Transformatoren Harz- oder Mineralöle, für Schalter nur Mineralöle, da das Harzöl durch den Lichtbogen stark verkohlt. Mit Rücksicht auf die mangelhafte Qualität der Kriegsöle sollen diese nie mit den Friedensölen gemischt werden. Transformatorenöle sollen ein spezifisches Gewicht von nicht unter 0·850 und nicht über 0·920, Schalteröle ein solches nicht unter 0·880 und nicht über 0·900 bei 15° C besitzen. Die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades (Viskosität) ist notwendig, weil davon die Beharrungstemperatur und der Temperaturanstieg abhängig sind. Der Flüssigkeitsgrad (bezogen auf Wasser) bei 20° C soll für Transformatorenöle nicht über 8, für Schalteröle unter 10 sein. Der Flammpunkt der ersteren soll nicht unter 160°, der letzteren soll über 170° liegen. Für Kriegsöle werden diese Grenzen nicht immer eingehalten werden können. Öle mit einem Flammpunkt unter 140 bezw. 170° C sollten nicht mehr verwendet werden. Der Brennpunkt des Transformatorenöles darf nicht unter 180° C, der des Schalteröles soll über 200° liegen. Bei Kriegsölen wird man hier die Grenzwerte auf 160 bezw. 190° C zurückschieben können. Der Gefrierpunkt bei Transformatorenöl soll nicht über — 20° C, der für Schalteröle unter — 20° C liegen. Nach den in Amerika und einigen auch bei uns gemachten Erfahrungen läßt sich Transformatorenöl mit einem Gefrierpunkt nahe bei 0° C oder gar darüber noch verwenden. Die Verharzungsprobe ist sehr wichtig und sollte unter allen Umständen vorgenommen werden. Das Transformatorenöl darf auch bei längerer Erwärmung keine festen Stoffe ausscheiden, die sich auf die Spulen der Wicklungen legen und den Wärmedurchgang verhindern würden. Die Versuche durch Verdampfung sollen nach fünfstündiger Erwärmung der Ölprobe auf 100° C nicht über 0·4% betragen. Die Öle müssen weiter völlig wasser-, säure- und alkalifrei sein, sowie keinen Schwefel enthalten. Außerdem sollen sie nur eine möglichst geringe Menge asphaltartiger Stoffe enthalten. Alle diese und noch andere Bestimmungen lassen sich von jedem technisch gebildeten Betriebsleiter ausführen. (E. T. Z., 39, H. 25, 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Hystereseverluste bei linearer Ummagnetisierung durch Gleich- und Wechselstrom. L. Dreyfus. Die spezifischen Gesamteisenverluste bei linearer Wechselstrommagnetisierung werden gewöhnlich in der Form

$$\frac{V}{cm^3} = \nu\,\eta\,B^{1.6} + \nu^2 f\,.\,B^2 \quad \frac{Erg}{s}$$

angesetzt und man bezeichnet den ersten Summanden als Hystereseverlust, den zweiten als Wirbelstromverlust. Aus einer experimentellen Arbeit von Gumlich und Rose*) ergibt sich, daß der Hysteresekoeffizient η für Gleich- und Wechselstrom-Magnetisierung übereinstimmt, daß hingegen der scheinbare Wirbelstromkoeffizient f mit steigender Induktion abnimmt, das heißt, daß diese Verluste langsamer als mit dem Quadrate der Induktion wachsen. Hieraus wird der Schluß gezogen, daß der zweite Summand außer den Wirbelstromverlusten auch noch gewisse zusätzliche Hystereseverluste in sich einschließt.

Um diese zusätzlichen Hystereseverluste zu bestimmen, schlägt der Verfasser vor, die aus der theoretischen Formel

$$\frac{V_w}{cm^3} = \left(\pi^2 \frac{\lambda}{6} h^2\, 10^{-7}\right) \nu^2 B^2 = f_w\, \nu^2 B^2 \quad \frac{Erg}{s}$$

*) Siehe auch E. u. M. 1915, Seite 572.

*) E. T. Z. 1905, Seite 503.

Digitized by Google

errechneten Wirbelstromverluste von den gesamten Eisenverlusten abzuziehen und den Rest

$$\frac{V_h}{cm^3} = \nu\,\eta\,B^{1.6} + \nu^2(f - f_w B^2) = \frac{V_{h_s}}{cm^3} + \frac{V_{h_a}}{cm^3}$$

als Hystereseverlust zu betrachten. Es ergibt sich dann gegenüber der Gleichstrom-Magnetisierung ein zusätzlicher Hystereseverlust $V_{h's}$, der mit dem Quadrate der Periodenzahl zunimmt.

Abb. 2.

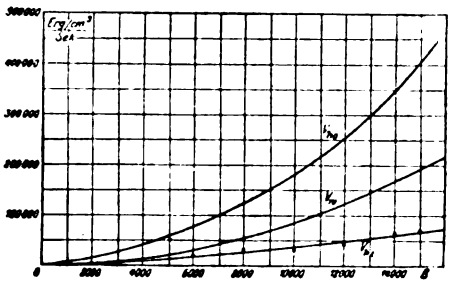


Abb. 1 zeigt die Ergebnisse der auf diese Weise vorgenommenen Trennung der Eisenverluste für einen der von Gumlich und Rose untersuchten Blechringe.

(Archiv f. Elektrotechnik, 6. Bd., 12. Heft, 1918.)

Über das Thermopaar Chromnickel-Konstantan machten R. W. Woodward und T. R. Harrison in „Metallurg. and Chem. Engineering" einige Mitteilungen. Für die Aufnahme von Abkühlungskurven waren kleine Thermoelemente erforderlich, die bei etwa 1000° in oxydierender Atmosphäre ohne das schützende Porzellanrohr genügend haltbar waren. Bei einer Versuchsreihe waren die Drähte mit Asbest und einem Gemisch von Kaolin und Wasserglas überzogen, bei anderen Versuchen erhielten sie lediglich einen Schutzüberzug aus Kaolin und Wasserglas. Von verschiedenen Thermopaaren wurde die Zusammenstellung Chromnickel-Konstantan als die geeignetste befunden. Derartige Thermoelemente zeigten bei 1000° etwa 20 h lang ziemlich konstante, innerhalb 10° schwankende Werte. Der Konstantandraht wird dabei durch Oxydation stark angegriffen, während Chromnickel sich länger widerstandsfähig erweist. Die Kalibrationskurve verläuft zwischen 0 und 1000° nahezu geradlinig. Die EMK ist ziemlich hoch, bei 1000° 63·8 mV.

(Z. f. angew. Ch., 19. 7. 1918.)

Literatur-Bericht.

Die Elektrostahlöfen. Von E. Fr. Russ. VII und 198 Seiten. Mit 152 Textfiguren. Verlag von Julius Springer, Berlin 1918. (Preis geb. Mk. 12).

In der Einleitung macht der Verfasser die richtige Bemerkung, daß es nur durch das Zusammenarbeiten des Hüttenmannes, Elektrotechnikers, Chemikers und des Maschinenbauers möglich geworden ist, den Elektrostahlofenbau zu dem auszubilden, was er heute tatsächlich ist. Füglich kann man verlangen, daß sich auch der Verfasser eines Fachwerkes über den Elektrostahlofen die erforderlichen hüttentechnischen, elektrotechnischen usw. Kenntnisse aneignet und eine gewisse schriftstellerische Gewandtheit besitzt. In dem vorliegenden Falle scheinen diese Voraussetzungen nicht ganz erfüllt zu sein. Was die metallurgische Seite betrifft, so ist der Verfasser sonderbarerweise (Seite 3) der Meinung, daß der Hochofen für die direkte Gewinnung von Eisen und Stahl aus Erzen dient. Auf derselben Seite liest man den merkwürdigen Satz: „Ferner wird nach einem Verfahren, ähnlich wie das Verfahren für die Erzeugung von Aluminium zur Anwendung kommende, durch Zusammenschmelzen von Chrom und Eisen der sogenannte Chromstahl hergestellt". Die elektrischen Grundbegriffe: Ohm, Volt, Ampere und Watt werden überflüssiger Weise in breiter Art erläutert. Auf Seite 33 hält der Verfasser das t in der Gleichung $Q = e\,J^2\,R\,t$ für Temperatur und leitet hieraus eine mehr als sonderbare Formel für den thermischen Wirkungsgrad eines Ofens ab. Das Übungsbeispiel 5 mit einer Heizspirale aus Kupfer ist etwas weltfremd. Zu Leitern 2. Klasse gehören (Seite 10) Stoffe, „die dem Strom einen viel größeren Widerstand entgegensetzen als Metalle". Die dem Nichtelektrotechniker weniger geläufigen Begriffe, wie die Wirbelströme, Selbstinduktion, werden nur nebenbei erwähnt. Aus der Fülle der im Buche vorkommenden mehr oder weniger eigenartigen Feststellungen sei noch eine herausgegriffen, die in das Gebiet der Wärmelehre gehört. „Da der Schmelzpunkt verschiedener Körper bei gleicher Gewichtsmenge sehr verschieden ist, so folgt hieraus, daß die Körper bei Temperaturzunahme verschieden große Wärmemengen aufnehmen" (Seite 34).

Der Verfasser ist Elektrotechniker und wie man aus der Publikation erfährt, auch Erfinder einer Ofenkonstruktion. Der Gedanke, den Metallurgen mit den in Betracht kommenden Stromerzeugern und Transformatoren bekannt zu machen, ist zweifellos sehr gut, die Durchführung ist jedoch unvollständig und wenig klar ausgefallen. Der den eigentlichen Ofenkonstruktionen gewidmete Teil des Buches, der sich hauptsächlich an den Text von Patentschriften und an andere Quellen anlehnt, ist weitaus besser als man nach den ihm vorangehenden Kapiteln erwarten könnte. Der Umstand, daß der Heroultofen in der Patentschrift mit in die Schlacke eintauchenden Elektroden dargestellt ist, führt den Verfasser zur Annahme, daß sich in der Schlacke Lichtbögen bilden, während der eigentliche Heroultofen (Abb. 23) unbewußt mit falschen Erklärungen als unvorteilhaft charakterisiert wird. Die Beschreibung der Öfen ist durch gute schematische Zeichnungen und Photographien begleitet. Hie und da finden sich auch einige Betriebsdaten über den Stromverbrauch und andere Arbeitskosten. Anschließend an die Elektrostahlöfen werden die Elektroden, Elektrodenhalter, Schutz- und Reguliervorrichtungen, sowie einige Einzelheiten der Induktionsöfen beschrieben. Es folgen dann einige Angaben über das optische Pyrometer, elektrische Meßinstrumente (dürftig !), Ölschalter und Potentialregler sowie eine kurze Beschreibung einiger Versuchsschmelzöfen. Die im letzten Kapitel beschriebene Kohlentoffbestimmung nach Mars und Wirtz gehört eigentlich nicht in den Rahmen des Buches.

Dr. Vondráček.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Reguliereinrichtungen.

Regulierung von Gleichstrommotoren.

(Fortsetzung von Heft 43, Seite 484.)

Eine andere Lösung der Aufgabe besteht bekanntlich darin, in den Erregerstromkreis des Motors eine konstante Gegen-EMK, zum Beispiel eine Batterie einzuschalten. Da sowohl die Anlage als auch der Betrieb einer Batterie kostspielig und schwierig ist, ersetzt die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft bei einer erfindungsgemäßen Anordnung die Batterie durch einen kleinen Hilfsumformer. Die Erregung von Hilfsmotor und Hilfsdynamo dieses Umformers wird so geregelt, daß der Hilfsmotor die gewünschte Gegen-EMK liefert. (D. R. P. Nr. 292 750.)

Beim Antrieb von Kalandern, Druckpressen usw. ist bekanntlich ein großes Regelbereich für den Motor erforderlich. Es ist vorgeschlagen worden, dabei für den Motor verschieden hohe Spannungen zur Verfügung zu stellen, an die er stufenweise zur Erzielung seiner Endgeschwindigkeit angelegt wird. Das Überschalten von einer anderen oder Teilspannung auf eine höhere oder Gesamtspannung muß dabei stoßfrei geschehen. Die A. G. Brown, Boveri & Cie. in Baden löst diese Aufgabe durch die Einrichtung nach Abb. 18. Der Motor wird von der Teilspannung *I II* auf die Hauptspannung *I III* durch den Umschalter *u* umgeschaltet. Drückt man den Druckknopf k_1 nieder, so wird, wenn der Anlasser *g* in der Nullstellung steht, die Spule den Umschalter *u* in die Stellung c_1 bringen, dadurch wird die Spule *h* eines Relais *d* erregt, das den Kontakt k_4 schließt, so daß der Druckknopf k_1 losgelassen werden kann. Die Umschaltung auf die Hauptspannung zwecks Erzielung der großen Geschwindigkeit darf nicht immer in einem bestimmten Punkt des Anlaßwiderstandes geschehen, sie muß von der jeweiligen Belastung abhängig gemacht werden. Dies wird dadurch gelöst, daß die Umschaltung selbsttätig erfolgt dann, wenn der Spannungsabfall im Anlaßwiderstand *a* gleich der Differenz zwischen der Gesamtspannung und der Teilspannung ist. Man verstellt jetzt den Anlasserkontakt *g* von links nach rechts, schaltet also vom stromlosen Widerstand *a* Stufen ab und verkleinert dabei den Widerstand *w* im Stromkreis der Spule *i* des Relais. Die Spulen *h* und *i* wirken einander entgegen. Ist die Zugkraft von *i* so groß wie die von *h*, so fällt das Relais ab, Kontakt k_4 öffnet sich und der Umschalter *u* wird durch die Feder auf den Kontakt c_2 gestellt, wo der Motor an der gesamten Spannung *I III* liegt. Dabei werden die Spulen *h*, *i* stromlos und der Widerstand *a* wird ganz ausgeschaltet. (D. R. P. Nr. 303 445.)

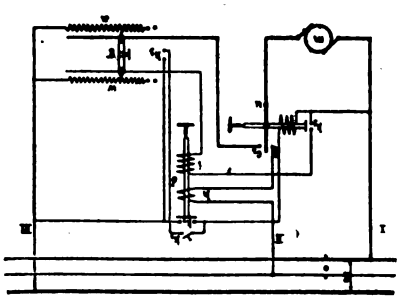


Abb. 18.

Die Deutsche Maschinenfabriks A. G. in Duisburg gibt eine selbsttätige Abschalteinrichtung für mehrere parallel geschaltete Motoren bei starker Verschiedenheit der Belastung derselben an. In die Stromkreise der drei Hauptstrommotoren *a*, *b*, *c* mit den Feldern *d*, *e*, *f* (Abb. 19) sind die Relaisspulen *g*, *h*, *i* eingeschaltet, deren Kontaktbrücken *k*, *m*, *n* die Kontakte 1 bis 6 bei stromlosen Motoren überbrücken; bei stark belasteten Motoren verbinden die genannten Brücken die Kontakte 7 bis 12. In jeder der beiden Lagen der Kontaktbrücken ist die Spule *o* erregt, die der Feder *q* entgegenwirkt und die Klinke *p* in der gezeichneten Lage hält. Ändert sich aber die Belastung, mithin die Stromstärke eines der Motoren, so nehmen nicht alle Brücken die gleiche Lage ein, Spule *o* wird aber dann stromlos,

Digitized by Google

die Feder *q* schaltet die Klinke *p* aus und Feder *s* bringt den Hauptschalter in die Offenstellung. (D. R. P. Nr. 297 590.)

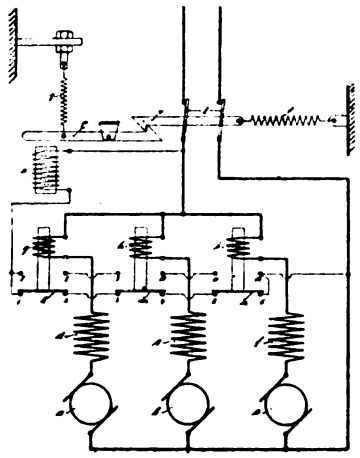


Abb. 19.

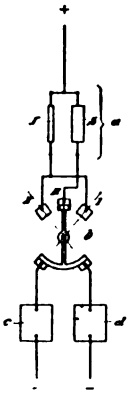


Abb. 20.

Die verschiedene Erwärmung und Änderung der Widerstände und die Verschiedenheit in der Ausführung von gleichen Nebenschlußmotoren, die in Parallelschaltung am Netz liegen und starr gekuppelt sind, bringen es mit sich, daß die Stromaufnahme der Motoren eine verschiedene ist. Um sie gleichmäßig zu belasten, schaltet man Zusatzwiderstände in die Ankerstromkreise der Motoren ein, aber — nach einer Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft — selbsttätig, wenn eine ungleiche Stromverteilung zwischen den Motoren tatsächlich vorhanden ist. Zu diesem Zweck dient ein Kontaktapparat, der mittelbar oder unmittelbar in die Stromkreise der Motoranker geschaltet ist. (Ö. P. Nr. 74 144.)

Werden mehrere Motoren, zum Beispiel *c*, *d* (Abb. 20) einzeln oder gemeinsam je nach der Stellung einer Steuervorrichtung *b* eingeschaltet, so ordnet die Firma Siemens-Schuckert-Werke vor der Steuervorrichtung Strombegrenzer (Sicherungen *r*, *s* oder Höchststromschalter) an, die beim Wählen einer bestimmten Anzahl von Motoren so geschaltet werden, wie es der gewählten Anzahl der Motoren entspricht. In der Stellung *I* oder *II* des Steuerhebels *b* ist jeweils nur einer der Motoren *c* oder *d* und die für den normalen Auslösestrom eines Motors bestimmte Sicherung *r* eingeschaltet; In der Stellung *III* von *b* sind beide Motoren eingeschaltet und auch die für den Höchststrom beider bestimmte Sicherung *s*.
(D. R. P. Nr. 291 563.)

Regulierung von Motorgeneratoren und Umformern.

Auf das Gebiet der Umformer übergehend wäre einer Anordnung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft Erwähnung zu tun, die die Umformung von Gleichstrom veränderlicher Spannung in solchen von konstanter Spannung oder in Wechselstrom von konstanter Spannung und Periodenzahl zum Zwecke hat. Hiezu dient ein Motorgenerator, bestehend aus einem schwach gesättigten Motor 7 (Abb. 21) für konstante Drehzahl und einem stark gesättigten Generator 11 für konstante Spannung, der durch den Motorstrom (Wicklung 10) compoundiert ist. 8 und 9 sind

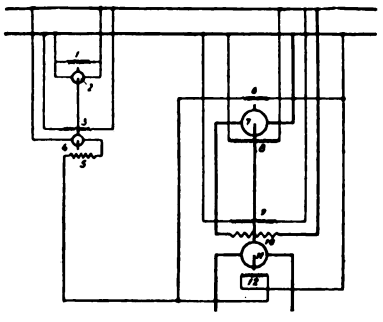


Abb. 21.

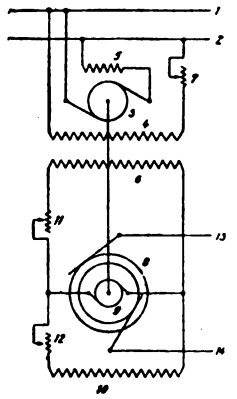


Abb. 22.

die Nebenschlußerregungen beider Maschinen. Diese erhalten noch parallel geschaltete Hilfserregungen 6 und 12, denen Erregerstrom von dem Generatorteil 4 eines Hilfsaggregates geliefert wird, der vom Motorteil 2 Antrieb erhält. 1 und 3 sind die Haupterregungen dieses Hilfsumformers, 5 eine Compoundwicklung des Hilfsgenerators 4. Letzterer ist normal gesättigt, wenn Hilfsmotor 2 stark gesättigt ist. Dieses Hilfsaggregat läuft entsprechend der Änderung der Netzspannung mit veränderlicher Drehzahl. Steigt die Netzspannung, so wird durch die Hilfserregungen 6 und 12 am Hauptumformer das Motorfeld verstärkt, das Dynamofeld geschwächt; bei fallender Netzspannung tritt die umgekehrte Wirkung ein. Die Erregungsverhältnisse im Umformer werden so gewählt, daß die Hilfsdynamo 4 eine größere (doppelt so große) Spannungsänderung erzeugt, als die des Netzes ausmacht. (D. R. P. Nr. 293 401.)

Den gleichen Zweck verfolgt die von derselben Firma angegebene Anordnung nach Abb. 22. Der Motor 3 liegt an dem Gleichstromnetz 1, 2 schwankender Spannung mit der überwiegenden Gleichstromerregung 4 und einer Compoundwicklung 5. Die konstante Drehzahl des Motors wird durch eine zweite, mit annähernd konstantem Strom gespeiste Gegenwicklung 6 auf dem Motorfeld erreicht, welchen Strom ein auf der Wechselstrommaschine 8 des Motorgenerators sitzender Kommutator 9 liefert. 10 ist das Gleichstromfeld der Wechselstrommaschine, die bei 13, 14 Wechselstrom konstanter Spannung und Periodenzahl abgibt. 7, 11, 12 sind Regelwiderstände.
(D. R. P. Nr. 298 201.)

Im Falle auf der Wechselstromseite eines Umformers die Spannung plötzlich ausbleibt, wird nach einer Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke eine Sicherheitsschaltung dadurch gegeben, daß der Umformer vom Wechselstromnetz selbsttätig abgeschaltet wird. Dazu dient ein auf der Gleichstromseite angeordnetes Rückstromrelais, das beim Rückfließen der Gleichstromenergie eine mit Zeitverzögerung arbeitende Auslösevorrichtung für den den Umformer wechselstromseitig abschaltenden Hauptschalter betätigt. Die Abschaltung auf der Wechselstromseite wird sohin gleichstromseitig eingeleitet. Kurz dauernde Spannungsunterbrechungen auf der Wechselstromseite stören den Betrieb nicht. (D. R. P. Nr. 299 330.)

Regulierung an Wechselstrommaschinen und -Anlagen.

Wenn eine Wechselstrommaschine mittels eines Hauptschalters (Ölschalter) abgeschaltet wird, so wird auch gleichzeitig die Erregung mittels Feldschalter abgeschaltet. Oftmals ist es aber erwünscht, daß die Maschine auch nach Trennung vom Netz ihre Spannung behält. Nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft werden Hauptschalter und Feldschalter mechanisch derart verbunden, daß der Feldschalter nur dann den Erregerstrom öffnet, wenn der Hauptschalter selbsttätig die Maschine vom Netz trennt. Sobald es aber erwünscht ist, daß die getrennte Maschine Spannung behält, nimmt man ihre Abschaltung von Hand aus vor; in diesem Falle wird der Feldschalter nicht mitgenommen und die Maschine bleibt erregt. (D. R. P. Nr. 301 443.)

Zur Regelung von Wechselstromverbrauchern, zum Beispiel Kollektormotoren, bedient man sich häufig Drosselspulen, deren Induktanz durch eine von einer beliebigen Stromquelle gespeiste Hilfsmagnetisierung unter Mitwirkung der Eisensättigung geändert wird. Eine starke Verringerung der Induktanz der Spule, die für gewisse Betriebsfälle notwendig ist, wird aber nur bei sehr großen Drosselspulen ermöglicht. Diese Schwierigkeit wird nach der Erfindung der Firma behoben, wenn in den Stromkreis der Drosselspule eine EMK eingeschaltet wird, die eine entgegengesetzte Wirkung als die Drosselspule hervorzubringen vermag. (D. R. P. Nr. 294 577.)

Regulierung von Transformatoren.

Von den Transformatorschaltungen seien vorerst die zum selbsttätigen Ein- und Ausschalten von Transformatoren dienenden Einrichtungen besprochen. Um die Leerlaufsverluste von Transformatoren zu vermindern, die nur vorübergehend, wie zum Beispiel in landwirtschaftlichen Betrieben, belastet sind, trifft die Firma Überlandzentrale Westpreußen G. m. b. H. in Marienwerder die Einrichtung derart, daß der Transformator selbsttätig vom Netz abgeschaltet wird, wenn er eine bestimmte Zeit lang, zum Beispiel ½ Stunde, unbelastet geblieben ist. Der Transformator muß dann von neuem wieder angeschaltet werden. Die Abschaltung besorgt ein unter dem Einfluß des Verbrauchsstromes stehendes, mit Verzögerung arbeitendes Relais. (Ö. P. Nr. 74 377.)

Zur Verminderung der Leerlaufsarbeit von Transformatoren in Transformatorstationen mit wechselnder Belastung trifft die genannte Firma folgende Einrichtung. Ein kleiner Transformator zur Deckung des Lichtstrombedarfes und ein großer Transformator für die Kraftstromlieferung liegen primär und sekundär am Netz, der erstere ist dauernd eingeschaltet, der letztere wird primär automatisch ans Netz gelegt, sobald im Niederspannungsnetz eine Kraftstromabgabe stattfindet. Das Niederspannungsnetz hat getrennte Lichtstrom- und Kraftstromleitungen; wird irgendwo bei einem Konsumenten ein Schalter im Kraftstromkreis geschlossen, so wird dabei mittels einer Hilfsleitung ein elektromagnetischer Schalter erregt, der den großen Transformattor primär und sekundär anschließt. Beim Öffnen des Kraftstromschalters fällt auch der selbsttätige Zuschalter heraus.
(D. R. P. Nr. 293 832.)

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Vortrag im Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein.

Herr Direktor Ing. Poschenrieder wird in einer gemeinsamen Tagung der Fachgruppe für Elektrotechnik und der für Maschinenbau im mittleren Vortragssaale des Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien I. Eschenbachgasse 9, Dienstag, den 19. November d. J., 6½ Uhr abends, einen Vortrag über „Die Antriebsarten bei elektrischen Fahrzeugen“ mit Vorführung von Lichtbildern halten.

Die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereines sind zu diesem Vortrage eingeladen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
10. November 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 45.
36. Jahrgang.

INHALT:

Eine allgemeine graphische Methode, angewendet bei der Berechnung der Dynamomaschinen. Von Alexander Fischer, Göding (Mähren). 497

Stabstrom von Kurzschlußankern. Von Ing. Josef Huber, Wien 499

Rundschau 500

Chronik 503

Literatur-Bericht. 503

Briefe an die Schriftleitung 504

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet.

Eine allgemeine graphische Methode, angewendet bei der Berechnung der Dynamomaschinen.

Von **Alexander Fischer**, Göding (Mähren).

In einer demnächst in der „Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen" erscheinenden Arbeit[1]) habe ich eine allgemeine graphische Methode gezeigt, die es ermöglicht, auch dann ohne das sogenannte „Probieren" auszukommen, wenn man mit tabellarisch oder in Form von Diagrammen gegebenen Größen zu arbeiten hat, deren analytische Darstellung sich nicht lohnt oder zu umständlich ist; ja, eigentlich durch die Methode überflüssig wird. Ich will nun diese Methode in die Elektrotechnik einführen, und zwar vorerst an Hand dreier Beispiele ihr Wesen klarlegen, um hierauf einige Worte über die Theorie zu sagen.

In seinem Werke „Dynamobau"[2]) gibt Pichelmayer auf Seite 474 folgendes Beispiel. Es sei ein 100 PS-Asynchronmotor zu entwerfen für $u = 1000$ Touren und 50 Per/s; wie groß werden die Ankerhauptdimensionen, wenn auf die Erreichung des geringsten Streufaktors σ_{min} besonderer Wert gelegt wird? Nach Formel 263) auf Seite 471 wird der Ankerdurchmesser D für σ_{min} mit großer Annäherung:

$$D = 16{\cdot}6 \sqrt[4]{\frac{W\,p^2}{C\,u}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{I)}.$$

In dieser Formel bedeutet W die auf den Rotor übertragene synchrone Rotorleistung, p die Polpaarzahl, u die Tourenzahl, C die Essonsche Leistungszahl, deren Abhängigkeit von D in Abb. 237 auf Seite 471 dargestellt ist. Auf einem Annäherungsweg, zu dessen Erläuterung eben im Buche das Beispiel gegeben wird — nämlich vorerst C gewählt, D berechnet, diesem D entspricht nach der Abb. 237 ein C_1 und diesem wieder D_1 usw. — gelangt man zu einem halbwegs passenden Wertepaar von C, D und kann nun die zweite Hauptdimension L_0 (axiale Kernlänge abzüglich der Luftschlitze) bestimmen.

Hier kann nun die Methode sofort einsetzen, indem Formel I) bloß anders geschrieben zu werden braucht:

$$D^4\,C = 16{\cdot}6^4 \frac{W\,p^2}{u} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{I')}.$$

Auf der rechten Seite ist alles bekannt. Zeichnet man ein für allemal die $D^4\,C$-Kurve in der Abb. 237, die durch Multiplikation des C mit der vierten Potenz des dazugehörigen D entsteht und sucht den Schnitt mit einer im Abstande $16{\cdot}6^4 \frac{W\,p^2}{u}$ gezogenen Geraden parallel der D-Achse, so ergibt sich sofort das Wertepaar (C, D). Es braucht nicht erst darauf hingewiesen zu werden, daß die Einführung logarithmischer Maßstäbe die Arbeit bedeutend erleichtert.

Es möge nun das zweite Beispiel, das die Anwendung des Verfahrens erläutern soll, durchbesprochen werden. Wie schon oben erwähnt, gilt Formel I) nur angenähert, da sie unter Voraussetzung eines konstanten C hergeleitet wurde[3]); es soll jetzt diese Herleitung streng durchgeführt werden. Die Aufgabe lautet, einen Wert von D in Abhängigkeit von W und C aufzufinden, für welchen der Streuungskoeffizient σ ein Minimum wird. Der Streuungskoeffizient σ wird gleichzeitig mit der primären und sekundären prozentuellen Streuung σ_1 und σ_2 ein Minimum. Für σ_1 findet man nach Gleichung 145) auf Seite 315 den Wert

$$\sigma_1 = 51 \frac{\delta}{\tau^2} + 2{\cdot}75 \frac{\delta}{L_0} + \frac{1{\cdot}53}{N^2} \quad . \quad . \quad . \quad \text{II)}.$$

Hierin bedeuten: δ den wirklichen Luftspalt, τ die Polteilung, L_0 (siehe oben), N die Nutenzahl in einer Polteilung. Mit

$$L_0 = \frac{W \cdot 10^4}{C\,D^2\,u}, \quad \tau = \frac{D\,\pi}{2\,p}$$

folgt

$$\sigma_1 = 204 \frac{\delta\,p^2}{D^2\,\pi^2} + 2{\cdot}75 \frac{\delta\,u\,C\,D^2}{W \cdot 10^4} + \frac{1{\cdot}53}{N^2} \quad . \quad \text{III)}.$$

Behufs Aufsuchung der Minimalbedingung

$$\frac{d\,\sigma_1}{d\,D} = 0$$

gesetzt, ergibt schließlich

$$(D^2\,C)'\,D^3 = 151{\cdot}2 \cdot 10^4 \frac{W}{u} \left(\frac{p}{\pi}\right)^2 \quad . \quad . \quad \text{IV)}$$

oder auch

$$(D^2\,C)' = \frac{151{\cdot}2 \cdot 10^4}{D^3} \frac{W}{u} \left(\frac{p}{\pi}\right)^2 \quad . \quad . \quad \text{IV')}.$$

Es muß also die $C\,D^2$-Kurve gebildet werden, hieraus durch graphische Differentiation die $(C\,D^2)'$-Kurve, mit deren einmaliger Einzeichnung die Hauptarbeit erledigt ist. Hierauf ist nach IV) oder IV') zu verfahren, was ganz vom Belieben abhängt; stets ist der zweckmäßigste Weg einzuschlagen, der sich fallweise ergeben wird.

Es soll nur kurz noch einiges über die graphische Darstellung der Gleichung III) gesagt werden, also von σ_1 als Funktion des Durchmessers D. III) kann auch geschrieben werden.

$$\sigma_1 = K_1 \left(\frac{1}{D^2} + K_2 \cdot C\,D^2\right) + \frac{1{\cdot}53}{N^2} \quad . \quad . \quad \text{III')},$$

[1]) Eine allgemeine graphische Methode, angewendet zur Berechnung der Dampf- und Luftleitungen.

[2]) Handbuch der Elektrotechnik, 5. Band, 1908, Hirzel, Leipzig.

[3]) „Dynamobau", Seite 470.

Digitized by Google

$$\left.\begin{aligned} K_1 &= 204\,\frac{\delta\,p^2}{\pi^2} \\ K_2 &= \frac{\pi^2\,u}{75{\cdot}6\,.\,p^2\,W}\,10^{-4} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \text{III''}).$$

Es sind daher ein für allemal für verschiedene K_2 Scharen von Kurvenkombinationen von der in der Klammer befindlichen Form zu zeichnen; zu ihrer Herstellung auf graphischem Wege ist das logarithmographische Verfahren von Mehmke[4]) besonders erwähnenswert. Die dem vorliegenden K_2 entsprechende Kurve ist dann mit dem entsprechenden K_1 zu multiplizieren, was logarithmisch auf eine Addition hinausläuft. Ferner sind noch für verschiedene N zur D-Achse parallele Gerade zu zeichnen. Die Vereinigung beider Summanden in eine resultierende σ_1-Kurve erfolgt wieder am besten logarithmographisch.

In dem dritten und letzten Beispiel soll ein noch verwickelterer Fall behandelt werden, der ebenfalls bei der Berechnung der Hauptdimensionen einer Dynamo vorkommt: Es soll bei einer kommutierenden Gleichstrommaschine der Ankerdurchmesser D derart bestimmt werden, daß die Reaktanzspannung der Kommutation e_r ein Minimum wird[5]). Die Formel für dieselbe lautet:

$$e_r = 2\,v\,A\,L_0\,w\,10^{-8}\,\zeta \quad \ldots\ldots \text{V}).$$

Hierin ist zu setzen

$$\left.\begin{aligned} \zeta &= \zeta_n + c_0\,c_s\,\frac{\pi}{2\,p}\,\frac{D}{L_0}\,\zeta_n \\ v &= \frac{D\,\pi\,u}{60} \\ L_0 &= \frac{W\,.\,10^4}{D^2\,C\,u} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \text{VI}).$$

Hierbei bedeutet: ζ die Linienzahl des ideellen Selbstinduktionsfeldes, ζ_n die magnetische Leitfähigkeit des Selbstinduktionsfeldes für die in die Nuten eingebetteten Leiter und $\zeta_n\,c_0$ diejenige der Stirnwindungen; c_s das Verhältnis der Stirnwindungslänge zur Polteitung; w die Windungszahl für ein Kommutatorsegment, A die lineare Stromdichte. Die übrigen Größen haben die gleiche Bedeutung wie in den vorhergehenden Beispielen.

Die Ausdrücke der Formeln VI) in V) eingesetzt, ergeben für e_r folgende Formel

$$e_r = \frac{1}{3\,.\,10^5}\,\frac{A\,W\,w\,\zeta_n\,\pi}{C\,D}\left(1 + c_0\,c_s\,\frac{D^3\,C\,u\,\pi}{2\,.\,10^4\,p\,W}\right) \quad \text{VII})$$

oder

$$e_r = K_1\left(\frac{A}{C\,D}\right) + K_2\,(A\,D^2) \quad \ldots \quad \text{VII'})$$

mit

$$\left.\begin{aligned} K_1 &= \frac{\pi}{3\,.\,10^5}\,W\,w\,\zeta_n \\ K_2 &= \frac{\pi^2}{6\,.\,10^9\,p}\,u\,w\,c_0\,c_s\,\zeta_n \end{aligned}\right\} \quad \ldots \text{VII''}).$$

Aus VII) ist im Werke die Formel

$$D_{\min e_r} = \sqrt[3]{\frac{W\,p\,10^4}{c_0\,c_s\,u\,C\,\pi}} \quad \ldots \quad \text{VIII})$$

abgeleitet, die sich aus der Minimumbedingung unter der Voraussetzung eines konstanten C und A ergibt; erstere Voraussetzung ist auch daselbst betont, letztere hingegen nicht, obwohl die Abhängigkeit des A von D auf Seite 468 ausdrücklich bemerkt bezw. aus Abb. 235 deutlich zu ersehen ist. Wie im übrigen die Formel VIII) zu handhaben wäre, ist nach dem Vorhergehenden klar.

Die strenge Aufsuchung des Minimums liefert für $D_{\min e_r}$ folgende leicht verständliche Endgleichung:

$$\frac{\left(\frac{A}{C\,D}\right)'}{(A\,D^2)'} = -\frac{u\,\pi\,c_0\,c_s}{2\,p\,W\,10^4} \quad \ldots \quad \text{IX}).$$

Es sind also die Kurvenkombinationen $\frac{A}{C\,D}$ bezw. $A\,D^2$ (am schnellsten logarithmisch) vorerst zu bilden, hierauf nach D graphisch zu differentieren und mit der Verhältniskurve der so erhaltenen Differentialkurven in bekannter Weise weiter zu verfahren.

Auch hier kann die graphische Darstellung des durch VIII') gegebenen e_r leicht erfolgen nach

$$e_r = K_1\left(\frac{A}{C\,D} + \frac{K_2}{K_1}\,A\,D^2\right).$$

Aus der bereits gezeichneten $\frac{A}{C\,D}$, bezw. $A\,D^2$-Kurve ergibt sich für verschiedene $\frac{K_2}{K_1}$ (am besten logarithmographisch) eine Schar von Kurven von der Form des Klammerausdruckes; die Endkurve wird dann durch Multiplikation eines solchen mit K_1 erzeugt.

Die theoretische Begründung der Methode ist mit einigen Worten erledigt. Im Gegensatz zu der analytischen, das heißt zerlegenden Art, wie man die aus der Algebra übernommene übliche Art der Gleichungsauflösung nennen könnte, nämlich auf dem kürzesten Wege Bestimmung der gesuchten Größe allein, was eben mangels einer den funktionellen Zusammenhang gebenden Gleichung nicht ohne Probieren möglich ist, kann man diese viel allgemeinere Methode als synthetisch, das heißt aufbauend, bezeichnen. Nicht bloß die gesuchte Größe allein, sondern das zusammengehörige Wertepaar wird, ja sogar oft auf scheinbaren Umwegen gefunden. Andererseits wird behufs einer die Lösung herbeiführenden Synthese die gefragte Größe vorerst ganz eliminiert und erst aus einer weiteren, graphisch gefundenen, abgeleitet werden müssen, wie ich andernorts gezeigt habe.

Wie ersichtlich, ist der Hauptvorzug der Methode die Ökonomie und Zeitersparnis. Denn im Gegensatz zum Probieren, das für jeden speziellen Fall einen neuen Zeitverlust erfordert, ist bei dieser Methode nach einmaliger Einzeichnung der erforderlichen Kurvenkombinationen die Hauptarbeit erledigt; alles weitere erfolgt ganz mechanisch. Ein weiterer Vorzug ist die große Allgemeinheit, die dem Verfahren besonders in den experimentell forschenden Zweigen der Wissenschaft, zum Beispiel Elektrotechnik, Flugtechnik, Materialkunde usw. ein weites Anwendungsgebiet erschließt.

Zusammenfassung: Es wird eine allgemeine zeichnerisch-rechnerische Methode gezeigt, die es gestattet, mit in Form von Tabellen oder Diagrammen gegebenen Größen ohne das bisher in solchen Fällen erforderliche „Probieren“ auszukommen. Und zwar bei einem Minimum an Zeit und Arbeit. In Verbindung mit logarithmischen Maßstäben und Verfahren, von welchen besonders das logarithmographische von Mehmke hervorzuheben wäre, gibt sie auch in verwickelteren Fällen bald genügend genaue Resultate.

[4]) Es ermöglicht, mit Hilfe einer „Additions“- bezw. „Subtraktionskurve“ aus $\log a$ und $\log b$ ohne Aufsuchung der numeri $\log(a \pm b)$ graphisch zu bilden. Ausführliches siehe Mehmke, Leitfaden f. d. graph. Rechnen, 1917, Teubner.

[5]) Dynamobau, Seite 468.

Digitized by Google

Stabstrom von Kurzschlußankern.

Von Ing. Josef Huber, Wien.

Zusammenfassung: Es wird gezeigt, wie in Anlehnung an die in Pichelmayers „Dynamobau" gegebenen Formeln die Bestimmung des Stabstromes für Kurzschlußanker von Drehstrommotoren vorgenommen werden kann, dessen Größe zur Ermittlung der Widerstandsverluste und der Schlüpfung des Läufers erforderlich ist. Es werden hiezu der Weg der Berechnung und der des Kreisdiagrammes eingeschlagen und aus beiden Formeln für den Stabstrom abgeleitet. Außerdem wird die hiefür von Arnold angegebene Beziehung mit den vorstehenden Formeln verglichen und deren Anwendung an zwei Beispielen erläutert.

Es gelten die im „Dynamobau" verwendeten Bezeichnungen; außerdem bedeute:

ν = Periodenzahl,
L_1 = wirksame Leiter einer Ständerphase,
L_2 = 1; Leiter pro Phase des Läufers,
S_2 = gesamte Stabzahl des Läufers (= dessen Phasenzahl),
E_1 = primäre Phasenspannung,
E_2 = sekundäre Phasenspannung (= Stabspannung),
J_2 = Stabstrom des Läufers,
$s = 1 + \frac{n_s - n}{n_s}$ (Schlüpfungsfaktor),
W_2' = synchrone Nutzleistung.

Als Ausgangspunkt diene Formel 252) aus „Dynamobau", Seite 458:

$$W_2' = \frac{\pi^2}{60}\frac{k_2}{2}\frac{2}{\pi} B_0 \cos\beta\, A_2 D^2 L_0 n\, 10^{-8}.$$

Dieselbe nach A_2 aufgelöst lautet:

$$A_2 = \frac{60\, W_2'\, 10^8}{k_2 B_0 \cos\beta\, D^2 L_0 n} = \frac{S_2 J_2}{D\pi}.$$

Daraus erhält man:

$$J_2 = \frac{60\, W_2'\, D\pi\, 10^8}{S_2 k_2 B_0 \cos\beta\, D^2 L_0 n}.$$

Da man ferner einsetzen kann:

$$B_0 = \frac{\Phi_1}{\nu_1 \tau L_0}\cdot\frac{\pi}{2};\quad \Phi_1 = \frac{E_1\, 10^8}{k_1 L_1 \nu};\quad \nu = \frac{n p}{60},$$

so ergibt sich als Formel für die Berechnung des Stabstromes:

$$J_2 = \frac{k_1}{k_2}\frac{L_1}{S_2}\frac{\nu_1}{\cos\beta}\frac{W_2'}{E_1} \quad \ldots\ldots \text{I)}.$$

Die Richtigkeit dieser Formel läßt sich auch auf andere Weise darlegen:

Es ist bekanntlich

$$J_2 = \frac{W_2'}{S_2 E_2 \cos\beta} \quad \ldots\ldots \text{II)}.$$

Substituiert man:

$$E_2 = f\frac{B_m v L}{10^8};\quad B_m = \frac{\Phi_1}{\nu_1 \tau L};\quad \Phi_1 = \frac{E_1\, 10^8}{k_1 L_1 \nu},$$

so erhält man:

$$E_2 = \frac{f D n \pi L\, 2 p E_1\, 10^8 . 60}{60 . 10^8 \nu_1 D \pi L k_1 L_1 n p};\quad E_2 = \frac{2 f E_1}{\nu_1 k_1 L_1} \quad \text{III)}.$$

Für $2f$ kann man k_2 einsetzen, denn es ist:

$$2f = 2\frac{f_1}{f_2} = 2\frac{1}{\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{2}{\pi}} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} = 2{\cdot}22 = k_2.$$

Daß für Kurzschlußwicklungen $k_2 = 2{\cdot}22$ ist, läßt sich beweisen, indem man zum Vergleich einen gewickelten Anker mit $3q$ Leitern pro Polteilung heranzieht. Es entspricht also $3q$ dem Werte $\frac{S_2}{2p}$; man hat daher zu setzen: $q = \frac{S_2}{6p}$.

Nach Formel 249) auf Seite 457 wird dann:

$$W_2' = p\pi^2 k a_2 \frac{S_2}{2p} J_2 \Phi_2 \nu 10^{-8}.$$

Berücksichtigt man ferner, daß die Beziehung besteht:

$$W_2' = m_2 J_2 E_2 = S_2 J_2 k_2 L_2 \Phi_2 \nu . 10^{-8}$$

und setzt man die rechten Seiten der beiden letzten Gleichungen einander gleich, wobei für $L_2 = 1$ zu setzen ist, so bekommt man:

$$\pi^2 k a_2 = 6 k_2 = 2 k_2 m_2.$$

Daher ist $m_2 = 3$.

Für Kurzschlußanker wird somit

$$k_2 = \frac{\pi^2}{6} k a_2 = \frac{\pi^2}{6} . 1{\cdot}35 = 2{\cdot}22.$$

Die Kurzschlußwicklung ist also gleichwertig mit einer ein Sinusfeld erzeugenden Dreieckwicklung mit einer Nut pro Pol und Phase.

Setzt man den Wert von E_2 aus Gleichung III) in II) ein, so erhält man wieder Gleichung I), nämlich:

$$J_2 = \frac{W_2'\, \nu_1 k_1 L_1}{k_2 S_2 E_1 \cos\beta}.$$

Anschließend soll die Ermittlung des Stabstromes aus dem Kreisdiagramm vorgenommen werden.

Nach Formel 71) auf Seite 204 ist

$$F_1^0 = k a_1 q_1 J_1 \frac{4}{10}\frac{L_0 \tau}{\delta''}\frac{2}{\pi},$$

$$= c . k a_1 \frac{L_1}{2p} J_1,$$

$$\frac{1}{\nu_1} F_2^0 = k a_2 \frac{S_2}{6p} J_2 \frac{4\pi}{10}\frac{L_0 \tau}{\delta''}\frac{2}{\pi}\frac{1}{\nu_1},$$

$$= c . k a_2 \frac{S_2}{6p} J_2 \frac{1}{\nu_1}.$$

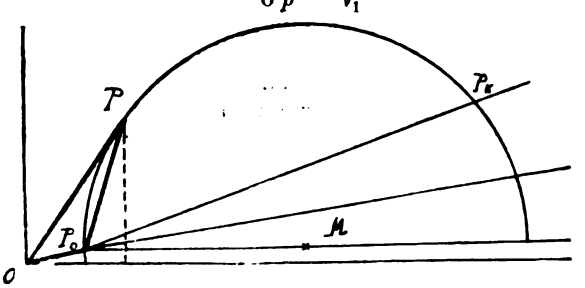


Abb. 1.

Stellt in der Abb. 1

$$O P \ldots\ldots J_1$$

dar, dann bedeutet

$$P_0 P \ldots\ldots \frac{1}{\nu_1}\frac{k a_2 S_2}{3 k a_1 L_1} J_2,$$

Digitized by Google

was sich unmittelbar als Quotient der rechten Seiten vorstehender Gleichungen ergibt.

Wählt man als Maßstab für

$$J_1 : 1\text{ mm} = \mu_1\text{ A Ständerstrom,}$$

so bekommt man für

$$J_2 :\ 1\text{ mm} \quad \mu_2 = \mu_1 \frac{3\,\nu_1\, ka_1\, L_1}{ka_2\, S_2}\ \text{A Läuferstrom IV).}$$

Ein Beispiel möge die Anwendung dieser Formeln erläutern.

Hiezu diene der in Arnolds Band V/1, Seite 386, berechnete Drehstrommotor mit Kurzschlußanker.

Zeichnet man mit den dortigen Angaben das genaue Diagramm, so kann man daraus folgende Werte entnehmen:

$$s = 1{\cdot}045,\quad \nu_1 = 1{\cdot}02,\quad \cos\beta = 0{\cdot}99,\quad \cos\varphi = 0{\cdot}92,$$
$$\eta_1 = 0{\cdot}905.$$

Ferner gilt für diesen Motor:

$$W_2 = 50\text{ PS},\ E_1 = 289\text{ V},\ k_1 = 2{\cdot}13,\ L_1 = 192,\ S_2 = 96,$$
$$ka_1 = 1{\cdot}29,\ W_2' = 50 \cdot 736 \cdot 1{\cdot}045\text{ W}.$$

Formel I) ergibt daher:

$$J_2 = \frac{50 \cdot 736 \cdot 1{\cdot}045 \cdot 1{\cdot}02 \cdot 2{\cdot}13 \cdot 192}{2{\cdot}22 \cdot 96 \cdot 289 \cdot 0{\cdot}99} = 264\text{ A}.$$

Aus dem Diagramm folgt für 1 mm = 1 A Ständerstrom:

$$J_1 = 51\text{ mm} = 51\text{ A};\ J_2 = 45\text{ mm}.$$

Formel IV) ergibt somit:

$$J_2 = 45\,\frac{3 \cdot 1{\cdot}02 \cdot 1{\cdot}29 \cdot 192}{1{\cdot}35 \cdot 96} = 264\text{ A}.$$

Beide Formeln liefern also übereinstimmende Werte.

Arnold bekommt in erster Annäherung $J_2 = 273$ A; dabei ist jedoch für $J_1 = 52{\cdot}5$ A in Rechnung gestellt. Mit dem genaueren Werte $J_1 = 51$ A erhält man aus der Arnold-Formel ebenfalls den Betrag 264 A.

Zum Schlusse soll noch auf die von Arnold angegebene Beziehung näher eingegangen werden. Auf Seite 360 heißt es in Band V/1: Bei Berechnung der Rotorwicklung kann man davon ausgehen, daß die gesamte Amperewindungszahl des Rotors etwa um 10% kleiner ist als diejenige des Stators.

In unseren Bezeichnungen ausgedrückt heißt dies:

$$J_2 = c\,\frac{m_1\, L_1\, ka_1}{S_2 \,.\, 1 \,.\, ka_2}\, J_1 \qquad c \doteq 0{\cdot}9\ .\ .\ .\ \text{V).}$$

Es möge nunmehr festgestellt werden, welche Größen der Faktor c in sich schließt.

Zu diesem Zwecke muß eine Beziehung zwischen J_1 und J_2 aufgestellt werden.

Ersetzt man in Formel I) W_2' durch folgenden Ausdruck:

$$W_2' = m_1\, E_1\, J_1 \cos\varphi \,.\, \eta_1 \,.\, s,$$

so bekommt man nach Kürzung durch E_1

$$J_2 = \frac{k_1\, L_1\, \nu_1}{k_2\, S_2 \cos\beta}\, m_1\, J_1 \cos\varphi\, \eta_1\, s.$$

Auf die Form der Gleichung V) gebracht, ergibt dies:

$$J_2 = \frac{m_1\, L_1\, ka_1}{S_2\, ka_2}\left(\frac{k_1}{k_2}\,\frac{ka_2}{ka_1}\,\frac{\cos\varphi}{\cos\beta}\,\nu_1\,\eta_1\,s\right) J_1,$$

$$c = \frac{k_1}{k_2}\,\frac{ka_2}{ka_1}\,\frac{\cos\varphi}{\cos\beta}\,\nu_1\,\eta_1\,s \qquad .\ .\ .\ \text{VI).}$$

Der Klammerausdruck ist der Faktor c und sollte daher ungefähr 0·9 ergeben. Kontrolliert man dies für unser Beispiel, so erhält man:

$$c = \frac{2{\cdot}13}{2{\cdot}22}\cdot\frac{1{\cdot}35}{1{\cdot}29}\cdot\frac{0{\cdot}92}{0{\cdot}99}\,1{\cdot}02 \,.\, 0{\cdot}905 \,.\, 1{\cdot}045 = 0{\cdot}9.$$

Im vorliegenden Falle ist somit die Arnoldsche Formel genau, weshalb sie auch mit unseren Formeln übereinstimmende Werte liefert. c hat jedoch nicht immer den Wert 0·9, wie ein zweites Beispiel lehrt.

Hiezu möge der in Arnolds Band V/1, Seite 418 als Nr. 4 in der Tabelle angeführte Motor dienen.

Aus dessen Diagramm ergeben sich die Werte: $s = 1{\cdot}045$, $\nu_1 = 1{\cdot}04$, $\cos\beta = 0{\cdot}99$, $\cos\varphi = 0{\cdot}83$, $\eta = 0{\cdot}87$.

Für 1 mm = 1/5 A Ständerstrom wird

$$J_1 = 34\text{ mm} = 6{\cdot}8\text{ A und } J_2 = 26\text{ mm}.$$

Außerdem besitzt der Motor folgende Daten:

$$W_2 = 3\text{ PS},\ E_1 = 150\text{ V},\ k_1 = 2{\cdot}13,\ L_1 = 312,\ S_2 = 25,$$
$$ka_1 = 1{\cdot}29,\ W_2' = 3 \times 736 \times 1{\cdot}045\text{ W}.$$

Formel VI) ergibt für

$$c = \frac{2{\cdot}13}{2{\cdot}22}\cdot\frac{1{\cdot}35}{1{\cdot}29}\cdot\frac{0{\cdot}83}{0{\cdot}99}\cdot 1{\cdot}04 \,.\, 0{\cdot}87 \,.\, 1{\cdot}045 = 0{\cdot}8.$$

Der Läuferstrom wird dann nach Formel V)

$$J_2 = 0{\cdot}8\,\frac{3 \,.\, 312 \,.\, 1{\cdot}29}{25 \,.\, 1{\cdot}35}\,6{\cdot}8 = 194\text{ A},$$

aus Formel I) erhält man

$$J_2 = \frac{2{\cdot}13}{2{\cdot}22}\cdot\frac{312}{25}\cdot\frac{1{\cdot}04}{0{\cdot}99}\cdot\frac{3 \,.\, 736 \,.\, 1{\cdot}045}{150} = 194\text{ A}$$

und aus Formel IV):

$$1\text{ mm} = 1/5\,\frac{3 \cdot 1{\cdot}04 \cdot 1{\cdot}29 \cdot 26 \cdot 12}{1{\cdot}35 \cdot 25} = 7{\cdot}45\text{ A},$$
$$J_2 = 7{\cdot}45 \times 26 = 194\text{ A},$$

der Wert $c = 0{\cdot}9$ ist daher nur als Mittelwert zu betrachten; kleine Motoren zeigen im allgemeinen einen kleineren, größere Motoren einen größeren Wert für c.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Zur Frage der elektrischen Energiegewinnung, Verteilung und Ausfuhr im Kanton Graubünden. C. Rieder. Die Frage der elektrischen Energieverteilung und Leitungsführung steht in engem Zusammenhange mit den eigenen und den angrenzenden Absatzgebieten. Eine statistische Zusammenstellung ergibt mit 1. Jänner 1914 für den Kanton Graubünden an verfügbaren Wasserkräften bei Regulierung mittels Staubecken in 144 Werken eine mechanische Nettoleistung von 636 500 PS an den Turbinenwellen, entsprechend 435 000 kW elektrischer Leistung an den Generatorklemmen. Auf das Rheingebiet allein entfallen davon 388 000 PS, entsprechend 266 000 kW. Die entsprechende Leistung bei Minimalwasser beträgt rund 200 000 PS bezw. 136 000 kW, bei neunmonatlichem Betriebswasser 308 500 PS bezw. 208 600 kW. Anlagen unter 20 PS-Leistung sind hiebei nicht berücksichtigt. Im gleichen Zeitpunkt waren im Kanton in 55 Werken 68 100 PS bezw. 46 600 kW Durchschnittsleistung bereits ausgenutzt, d. i. 10% der verfügbaren Leistung. Insgesamt sind sonach in 199 Werken maximal bei Regulierung mittels Staubecken 705 000 PS konstanter Nettoleistung entsprechend 481 600 kW verfügbar. Von den ausgebauten Werken führen bereits drei (Brusio, Albula, Chur) Energie im Betrage von 52 400 PS (35 900 kW) aus.

Zur Deckung des Eigenbedarfs an elektrischer Energie ergeben die diesbezüglichen Berechnungen für den Kanton einen Gesamtwert von 152 000 PS entsprechend 104 400 kW, wovon auf den Licht- und Kraftbedarf, bei 200 W pro Einwohner zukünftigem Anschlußwert, rund 30 500 PS (21 000 kW), für elektrisches Heizen und Kochen, 400 W pro Einwohner (!) entsprechen 61 000 PS (42 000 kW), den elektrischen Bahnbetrieb 20000 PS (14 000 kW) (entsprechende Maximalleistung 65 000 PS) und die elektrochemische Industrie zirka 40 000 PS = 27 400 kW

Digitized by Google

in Rechnung zu setzen sind. Es verbleiben somit nach Abzug des zukünftigen Eigenbedarfs für den weiteren Export in 115 Werken rund 500 000 PS, entsprechend 341 300 kW. Für die Ausfuhr kommen auf Grund der Kriegserfahrungen in erster Linie nur die Nachbarkantone in Betracht.

Zur Vermeidung eines planlosen Ausbaues des elektrischen Verteilungsnetzes bei voller Aufschließung der heimischen Wasserkräfte muß diese Frage vom technischen, wirtschaftlichen und ästhetischen (Heimatschutz, Wahrung des Landschaftsbildes) Standpunkte einheitlich gelöst werden. Hinsichtlich der Leitungsführung ist neben dem wirtschaftlichen Standpunkt (Wahl hoher Betriebsspannungen und Mastenweiten) auch die Forderung der Betriebssicherheit durch Anordnung von getrennten Doppelleitungen an besonderen Trägern zu erfüllen; es ist dies nur durch Schaffung eines einzigen einheitlichen, den ganzen Kanton umfassenden Leitungsnetzes möglich. Die Leitungsführung kann dabei im allgemeinen nur nach Talstrecken erfolgen.

Die Frage des Stromsystems und der Periodenzahl ist auf Grund der bisherigen Erfahrungen durch das Drehstromsystem von 50 Per/s entschieden; für Traktionszwecke käme Einphasenwechselstrom von 15 Per/s in Betracht. Für die Wahl der Betriebsspannung wäre neben der Forderung der wirtschaftlichen Übertragung auch jene der wirtschaftlichen Verteilung zu berücksichtigen; diese kann am besten durch ein Mittelspannungsnetz für 10 000 V und ein Hochspannungsnetz für 100 000 (eventuell 150 000) V gelöst werden; das letztere Netz hätte neben dem Potentialausgleich auch noch die Überschußkraft nach den Ausfuhrspeisepunkten zu leiten. Werke unter 5000 kW wären an das Mittelspannungsnetz anzuschließen, welches unmittelbar an die 10 000 V-Generatorensammelschienen der Hauptkraftwerke anzuschalten wäre, wodurch die Zwischentransformation erspart bleibt. In solchen Fällen, in denen die schon vorhandene Zentralenspannung mit der Mittelspannung nicht übereinstimmt, ist die Zwischentransformation zwischen Zentralsammelschiene und Verteilungssammelschiene einheitlich durchzuführen.

Bemerkt sei noch, daß der Verfasser die konstante Leistung der verfügbaren Wasserkräfte bei Staubeckenregulierung der Schweiz mit 2·1 Mill. PS, die Nettoleistung der bereits ausgebauten Wasserkräfte mit 487 000 PS (20%) angibt*).

(Schweiz. Wasserwirtschaft 1918, Nr. 21/22.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Über Probleme der Kohlenlagerung und des Kohlentransportes in Kraftwerken. W. B. Woodhouse. Mit der Zunahme der Leistung eines Kraftwerkes gewinnt auch die Art der Manipulation der Kohle und der Asche in demselben an Bedeutung. Obzwar örtliche Umstände bei dieser Frage schließlich oft eine ausschlaggebende Rolle spielen können, so sind es doch im wesentlichen die folgenden Faktoren, welche bei der Anlage der Kohlen- und Aschentransporteinrichtungen zu berücksichtigen sind: 1. Die Beschaffenheit des zu bewegenden Materiales; 2. die Art des Transportes zum und vom Lagerplatz; 3. die zeitlichen und quantitativen Veränderungen in der Zufuhr; 4. die in jedem besonderen Falle entsprechend den Leistungen des Kraftwerkes vorteilhafteste Einlagerung und Beförderung. Hinsichtlich des ersten Punktes soll von dem Grundsatz ausgegangen werden, mit dem Minimum an Kosten den Kesseln das Maximum an Wärmeenergie in Form von Kohlen zuzuführen.

Erfahrungsgemäß wird in neuerer Zeit Kohle von kleiner Korngröße bevorzugt und es sollen daher Kraftwerke, wo diese Sorte von Kohle nicht direkt beschafft werden kann, mit Verkleinerungseinrichtungen versehen sein. Für manche Kohlensorten wird auch die Anlage von Wascheinrichtungen erforderlich sein. Von großer wirtschaftlicher Bedeutung dürfte in der Zukunft die Gewinnung der bei der Destillation der Kohle sich ergebenden Nebenprodukte sein, wodurch natürlich die Art der Brennmaterialzufuhr zu den Kesseln eine Änderung erfährt. Die Lagerung frisch von der Grube kommender Kohle an der Luft ergibt naturgemäß Kalorienverluste, aber auch Verluste durch Verwitterung und Zersetzung bei bituminöser (Kohle und Anthrazit während eines Jahres 1 bis 2%). Weitere größere Verluste ergeben sich durch Zerkleinerung der Kohle während des Transportes. Im allgemeinen wird Stückkohle zur Lagerung vorgezogen, da hiebei Oxydation und Verkleinerung in einem geringeren Prozentsatz auftreten. Die Möglichkeit der Selbstentzündung der Kohle auf dem Lagerplatz hängt von der Art der Lagerung ab. Wenn die im Freien stehenden Kohlenhaufen die Höhe von 3 m im allgemeinen nicht übersteigen, ist eine Selbstentzündung wenig wahrscheinlich. Bei Aufbewahrung der Kohle unter Wasser wird zwar die Oxydation vermieden, jedoch ist diese Art der Kohleneinlagerung recht kostspielig und nur dort empfehlenswert, wo genügender freier Flächenraum zur Verfügung steht. In Bunkern kann die Kohle in der Regel in bedeutend größerer Höhe (bezw. Tiefe) als im Freien eingelagert werden, ohne daß die Gefahr der Oxydation oder Selbstentzündung eintreten könnte. Die Transportkosten der Kohle von der Grube zum Kraftwerk durch Eisenbahn ermäßigen sich wesentlich durch Anlieferung in ganzen Zugladungen, deren Gesamtladung von dem Tagesbedarf des Werkes bestimmt wird. In diesem Falle ist die Anlage von entsprechenden Kohlenverladerampen erforderlich. Hierbei muß immer auf die künftige Vergrößerung des Werkes Rücksicht genommen werden. Die gegenwärtig in Gebrauch stehenden Wagen mit 10 t Tragfähigkeit sind für die Verladung der Kohle unwirtschaftlich und sollten durch Wagen mit höherer Tragfähigkeit ersetzt werden. Bei der Zuführung der Kohle auf dem billigeren Wasserwege ist die Anlage eines Hafens mit Ausladeplätzen in möglichster Nähe des Kohlenverladeplatzes empfehlenswert. Die Kohlenschiffe, welche auch zum Abtransport der Asche und Schlacke verwendet werden können, werden entweder durch Hochziehen mittels Kranen entladen oder auf Rollen gesetzt und wie Wagen bis zur Abladestelle gebracht, wo sie entsprechend durch Kippen oder auf andere Art entleert werden.

Das Problem der Kohlenversorgung eines großen Kraftwerkes besteht darin, den kontinuierlichen Bedarf des Werkes, dessen Schwankungen genau vorher bestimmt werden, durch intermittierende Zufuhr zu decken und eine Lagerreserve gleichzeitig anzulegen, durch welche zu jeder Zeit ein eventueller unvorhergesehener Bedarf ausgeglichen werden kann. Beides muß mit den möglichst geringsten Kosten durchgeführt werden. Zur Grundlage wird jenes Qantum an Kohle und Asche zu nehmen sein, welches sich bei der normalen Jahresleistung des Werkes ergibt. Hierauf werden die Veränderungen des Bedarfes in den verschiedenen Zeitabschnitten des Jahres (Sommermonaten usw.) in Berücksichtigung gezogen und dementsprechend die Kohlenreserve eingerichtet. Wenn der Belastungsfaktor annähernd konstant ist, verändert sich der Kohlenverbrauch entsprechend der Belastungskurve und dementsprechend muß auch der Kohlenvorrat angelegt werden. Die Zufuhr der Kohle könnte eigentlich genau nach der Belastungskurve erfolgen, wenn nicht noch andere Faktoren, wie zum Beispiel Fallen des Marktpreises der Kohle, trotzdem eine größere Vorratsanhäufung derselben empfehlenswert erscheinen lassen würden. Die Kohlenreserve wird vorteilhaft in zwei Partien angelegt, und zwar eine Hauptreserve, welche nur im Falle von unvorhergesehenen Betriebsstörungen herangezogen werden soll, und eine Arbeitsreserve für den normalen Betrieb. In der Regel findet die Kohlenzufuhr zum Werk während 300 Tagen im Jahre statt, doch können Witterungsverhältnisse, Störungen in der Grube und andere widrige Umstände die Zufuhr durch längere Zeit verringern oder ganz unterbrechen. Diesen Umständen wird durch Anhäufung einer Hauptreserve für den Bedarf des Werkes von 2 bis 3 Monaten Rechnung getragen, was eine Vermehrung der Gesamtkosten um 1 bis 2% bedingt. Die Arbeitsreserve wird von Woche zu Woche entsprechend der Belastungskurve festgesetzt. Es ist in der Regel nicht wünschenswert, die Kohle an mehr als 6 Tagen in der Woche zuzuführen. Ferner soll, die Kohlenzufuhr womöglich an die Stunden des Tageslichtes beschränkt sein. Während der Zeit der Kohlenzufuhr soll weiters ein Wechsel der Wagen nicht stattfinden.

An einem typischen Beispiele wird die ganze Kohlenmanipulation eines größeren Kraftwerkes, welches einen jährlichen Ertrag von 438 Mill. kWh, eine Maximalbelastung am Ende des Jahres von 120 000 kW und einen jährlichen Kohlenkonsum von 391 000 t hat, illustriert. Unter der Annahme, daß die Kohlenzufuhr mittels Eisenbahn erfolgt, sind für den täglichen Bedarf von 1570 t, täglich 160 10 t-Wagen erforderlich, was 5 bis 6 Züge pro Tag ausmacht und Ausladerampen von zirka 40 Wagenlängen nötig macht. Die Zuführung der Kohle in das Kesselhaus oder zu dem Lagerplatz muß bei 8 h Arbeitszeit mit einer Stundenleistung von 200 t erfolgen. Von den Ausladerampen kann die Kohle abwechselnd auf dem kürzesten Wege zu den Kesseln und zu dem Reservelagerplatz befördert werden. Die geringste Arbeitsreserve ist für jenen Fall gegeben, wo nur eine Umladung zwischen Eisenbahn und Kesselhaus stattfindet. Die einfachste und am wenigsten kostspielige Anlage ist jene, bei welcher die Eisenbahnwagen direkt in die Kesselhausbunker entleert werden, welche für das gewählte Beispiel einen Fassungsraum für zirka 3250 t haben müssen. Das Reservelager für zirka 8 Wochen Betrieb muß zirka 60 160 t umfassen und erfordert bei einer Höhe von zirka 3 m eine Belegfläche von etwa 26 600 m². Es muß die Möglichkeit gegeben sein, von diesem Reservelager innerhalb der kürzesten Zeit die ganze Betriebsmenge an Kohle zum Kesselhause zu liefern. An Asche und Schlacken ist jährlich ein Quantum von 60 000 t zu bewegen, und muß eine genügend große Belegfläche zur Ablagerung derselben

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 329.

Digitized by Google

wenigstens für eine Periode von 30 Jahren vorhanden sein. Die Asche kann durch unter dem Rost befindliche, auf Geleisen laufende Kippwagen, durch Konveyor oder auch durch mit Wasser gefüllte Spülrohre aus dem Kesselhause entfernt werden. Zum Schlusse gibt der Verfasser noch eine schematische Übersicht über alle die Arten der verschiedenen heute bestehenden Anlagen, die zur Förderung und Lagerung der Kohle sowie zur Abfuhr der Asche gewählt werden können.

(The Electrician, London, 1918, Bd. 81, Nr. 9.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Unsymmetrische Mehrphasensysteme sind solche, bei denen die einzelnen Vektoren verschiedene Größe haben und verschiedene Winkel miteinander einschließen. Da sich die Vorgänge in den einzelnen Phasen beeinflussen, so ist eine Berechnung umständlich. Sie wird erleichtert, wenn man nach dem Verfahren von P. Müller das unsymmetrische System in zwei symmetrische zerlegt, von denen das eine die einzelnen Phasen in der gleichen, das andere in der entgegengesetzten Reihenfolge durchläuft wie das unsymmetrische. Der Verfasser gibt ein graphisches Verfahren zur Zerlegung von zwei- und dreiphasigen Systemen an. In der Anwendung auf Asynchronmotoren, die an ein unsymmetrisches System gelegt sind, ergibt sich, daß gegen das eine Teilsystem der Rotor die Schlüpfung σ, gegen das zweite die Schlüpfung $200\% - \sigma$ aufweist. Die Stromaufnahme in jedem der Systeme kann mittels des Kreisdiagrammes berechnet werden, die so für beide Systeme erhaltenen Ströme setzt man dann zusammen, so daß sie die Gesamtströme der einzelnen Phasen ergeben. Die gesamte Leistungsaufnahme ist gleich der Summe der von jedem System für sich aufgenommenen Leistungen. Hingegen kommt als abgegebene Nutzleistung nur die Differenz beider Einzelnleistungen zur Geltung, der vergrößerten Leistungsaufnahme steht mithin eine verringerte Nutzleistung gegenüber. Die Unsymmetrie in der dem Asynchronmotor zugeführten Spannung hat daher eine Verschlechterung des Wirkungsgrades zur Folge. In gleicher Weise wird das Verfahren in seiner Anwendung auf Phasenumformer allgemein und auf solche zur Speisung eines Mehrphasennetzes aus einem Einphasennetz beschrieben. (E. T. Z. 39, Hefte 35/36, 1918.)

Gekapselte Motoren mit Luftkühlung baut die Gesellschaft Electromotors Ltd. Über dem Motor ist ein Kühlkörper eingebaut, der an die von den beiden Gehäuseenden nach oben stehenden Lüftungsstutzen anschließt. Die Außenluft wird vom Motorinnern abgehalten, was bei Bergwerksmotoren von Bedeutung ist. Der Kühler erhält eine große strahlende Oberfläche und ein Windrad auf dem Anker sorgt für den Umlauf der Luft im Motorinnern und im Kühlkörper. Sie umspült dabei eine Anzahl dünner verkehrt stehender Rohre im Kühlkörper, durch die die Außenluft streicht; dadurch kühlt sich die Motorluft ab. Oder es sind Querwände in dem mit wellenförmiger Oberfläche ausgebildeten Kühlkörper vorgesehen, durch die Luft aus dem Motor gezwungen wird, in dünneren Schichten an den wulstförmigen Seitenwänden des Kühlers entlang zu streichen. Wenn nicht Mittel vorgesehen sind, die den Auftrieb der die Wärme abführenden Außenluft heben, muß der Kühler groß und teuer werden. Kleinere Kühlkörper werden bei der in Deutschland bekannten Bauweise erzielt, wo ein zweites Windrad am Anker die Strömung der Außenluft unterhält, so daß man auf den Auftrieb der letzteren allein nicht angewiesen ist. Die Kühlung solcher Motoren ist so gut wie die von offener Bauart.

(E. T. Z. Bd. 39, Heft 31 nach The Electrician.)

Leitungen.

Das Altern von Porzellanisolatoren macht sich an Hochspannungsleitungen in unangenehmer Weise bemerkbar. Findet man zum Beispiel an einer Leitung während des ersten Jahres ihrer Benutzung 0·1% mangelhafte Isolatoren, so steigt diese Zahl im achten Jahre auf 6% und im neunten Jahre auf 20%. Die Schwächung der Isolierfähigkeit kann verschiedene Ursachen haben. Peaslie nimmt an, daß im Laufe der Zeit eine Umgruppierung der in der Feldspatmasse eingebetteten Sillimanitkristalle eintritt, was sich in einer Ermüdung des Isolators in bestimmten Richtungen bemerkbar macht. Es scheint übrigens, daß Hand in Hand damit auch eine mechanische Schwächung vor sich geht, die sich in feinen Rissen äußert. Eine Abhilfe wäre im Ersatz des konglomeratartigen Porzellans durch eine homogene, amorphe Masse zu suchen. Geschmolzener Quarz würde in dieser Hinsicht einen idealen Stoff darstellen. Der fabriksmäßigen Herstellung von Quarzisolatoren haben sich indessen bisher gewisse Schwierigkeiten in den Weg gestellt, die jedoch bald überwunden werden dürften. Eine andere Ursache der Verschlechterung der Porzellanisolatoren besteht in den Unterschieden der thermischen Ausdehnung des Porzellans, der Armaturen und des sie verbindenden Kittes. Der beste Stützisolator ist aus einer kleinen Anzahl starker Elemente mit möglichst elastischer Verbindung zusammengesetzt. Auch die Volumänderungen des Kittes und die Porosität des Porzellans üben einen schädlichen Einfluß auf den Isolator aus. Der Compagnie Jeffery-Dewitt ist es durch eine besondere Konstruktion des Hängeisolators (Abb. 1) gelungen, einige der beschriebenen Fehler zu beseitigen. Derselbe besteht aus einer Scheibe von dichtem Porzellan, an deren beiden Seiten sich Löcher befinden, worin die Armaturen mittels eingegossenen Metalles befestigt sind (siehe Schnitt nach *C—D* in der Abbildung). Zu diesem Zwecke wird ein außerordentlich dichtes Porzellan hergestellt. Die Überschlagspannung beträgt bei dem Isolator nach der Abbildung 98 kV bei 60 Per/s und 120 kV bei 200 000 Per/s. Der Durchschlag in Öl tritt bei 250 kVein.

(Le Génie Civil, 18. 5. 1918.)

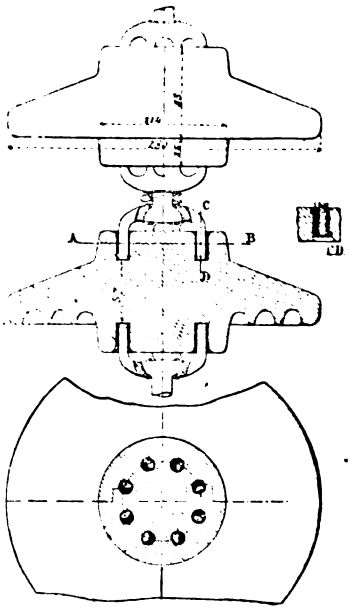


Abb. 1.

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Energiebedarf von Fördermaschinen in Kohlenbergwerken. H. F. Bulman ermittelt den Dampfverbrauch einer Fördermaschine in Northumberland mit 10·5 kg pro Schacht-PS/h. Nach den Berechnungen von W. C. Mountain beträgt in 13 Kohlenbergwerken in verschiedenen Teilen Großbritanniens der Dampfverbrauch zwischen 19·5 und 81 kg pro Schacht-PS/h, im Mittel also 46 kg. Demgegenüber gibt er den Dampfverbrauch von 3 Fördermaschinen in oberschlesischen Kohlenbergwerken mit 16 kg für Compoundmaschinen mit Kondensation und mit 61 kg für Zwillingsmaschinen mit Auspuff an. Der mittlere Dampfverbrauch bei den letztgenannten drei Fördermaschinen war 39·7 kg an gesättigtem Dampf pro Schacht-PS/h.

Vergleicht man damit die Zahlen, die G. Hann über den Energieverbrauch von elektrisch betriebenen Fördermaschinen angibt, so erkennt man die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes. In einem Bergwerk in Süd-Wales, das im Monat 10 000 bis 12 000 t Kohle fördert, war der Stromverbrauch 30 kWh pro t. Die Stromkosten stellen sich in den Kohlenbergwerken auf rund 5 Heller pro kWh oder K 432 im Jahre (1 Pf. St. = 24 Kr.).

(The Electrician, 81, Heft 16, 1918.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Ein elektrisches Zinkspritzverfahren. W. Kasperowicz. Das Schoopsche Metallspritzverfahren wurde bisher in der Weise ausgeübt, daß das zu verspritzende Metall mit Hilfe eines Knallgas- oder Leuchtgasbrenners geschmolzen wurde. In der letzten Zeit wurde eine elektrische Spritzpistole konstruiert. Zwei Zinkdrähte werden an eine elektrische Leitung angeschlossen und mit Hilfe eines Antriebmechanismus so bewegt, daß zwischen ihren Enden der Stromkreis kurzgeschlossen wird. Das abschmelzende Metall wird sofort von einem Preßluftstrahl erfaßt, zerstäubt und aufgeworfen. Bei Benutzung von Gleichstrom wird die Kurzschlußerscheinung immer mehr unterdrückt, so daß endlich ein ruhig brennender Lichtbogen erhalten wird. Das elektrische Spritzverfahren ist dem älteren, insbesondere in bezug auf Wirtschaftlichkeit überlegen. In gleicher Zeit läßt sich mit dem neuen Apparate etwa zweimal so viel Metall auftragen.

(Z. f. angew. Chemie, 23. 7. 1918.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Einfluß des elektrischen Lichtbogens auf Eisen oder Stahl. Die Westinghouse-Werke in East Pittsburgh, Pa., haben eine Reihe von Versuchen darüber durchgeführt, ob Eisen oder Stahl unter dem Einfluß des elektrischen Lichtbogens eine Veränderung in ihrer Struktur und damit auch in ihrer Festigkeit erleiden. Bisher war unter den Fachleuten der Sauerstoffazetylen- sowie der elektrischen Lichtbogenschweißung die Ansicht verbreitet, daß Eisen oder Stahl im elektrischen Lichtbogen an Qualität verlieren soll, ganz ähnlich, wie dies beim „Verbrennen" des Stahls geschieht. Die Versuche wurden mit fünf heißgewalzten Stahlstäben mit 0·1 bis 0·2% Kohlenstoffgehalt von 12·7 mm Durchmesser vorgenommen, von denen aber nur vier dem elektrischen Lichtbogen ausgesetzt wurden, und zwar in der Weise, daß der Lichtbogen entweder nur an einer Stelle oder längs einer Strecke

Digitized by Google

von 25·4 mm Länge durch die Stäbe hindurchgelassen wurde. Während dieses Vorganges wurde von der Elektrode kein Material niedergeschlagen. Die Spannung betrug zirka 60 V bei 150 A. Sodann wurden alle fünf Stäbe in die Zerreißmaschine eingespannt und auf ihre Zugfestigkeit sowie prozentuale Längendehnung geprüft. Hiebei ergab sich die bemerkenswerte Tatsache, daß der dem Lichtbogen nicht ausgesetzte Stab eine geringere prozentuale Verlängerung zeigte als die anderen vier Stäbe. Die letzteren wiesen keinerlei Strukturveränderungen und fast dieselbe oder nur unwesentlich geringere Zugfestigkeit wie der vom Lichtbogen nicht durchsetzte Stab auf. Auch konnten keinerlei Verbrennungserscheinungen beobachtet werden.

Ein anderer interessanter Versuch wurde mit einer massiven Stahlplatte durchgeführt, die aus einem Block mit einer Zugfestigkeit von 3890 kg/cm² geschnitten worden war. Die Platte wurde auf einer Seite mit einem Metallniederschlag des elektrischen Lichtbogens versehen, hierauf wurde dieser Niederschlag wieder auf maschinellem Wege entfernt, so daß wieder die Platte mit ihren ursprünglichen Dimensionen vorhanden war. Ein Festigkeitsversuch ergab jetzt eine Zugfestigkeit von 4015 kg bei einer 33%igen Flächenverringerung und 14%igen Längendehnung, gegenüber einer 60%igen Flächenverringerung und 28%igen Längendehnung des ursprünglichen Stahlblockes. Auch dieser Versuch hat also die Tatsache ergeben, daß die Zugfestigkeit weder durch die Wirkung des Lichtbogens noch durch die Schweißhitze eine Verringerung erleidet. (Electrical Review, Chicago, 22. 12. 1917.)

Ausbeute und Stromverbrauch der elektrochemischen Verfahren. „The Electrician" bringt in der Nr. 2094 vom 5. Juli 1918 die nachstehende Zusammenstellung

	kg pro kW-Jahr	kWh pro t	Kosten pro t Kronen
Mangan, rein	140	58 000	4350
Ferronickel, 50%	300	27 000	2024·50
Ferrosilicium, 90%	400	20 000	1500
Ferrochrom, 8%	800	10 000	774
Ferrosilicium, 50%	1 000	8 000	600
Ferrowolfram, 50%	1 000	8 000	600
Eisen, elektrolytisch	2 000	4 000	288
Gußeisen aus reichem Erz	3 500	2 300	172·50
Gußeisen aus Schrott und Erz	9 000	900	67·50
Ferromangan	10 000	800	60
Stahl aus kaltem Einsatz	11 000	750	56
Formgußstahl	14 000	600	45
Werkzeugstahl aus flüssig. Einsatz	20 000	400	30
Raffinierter basischer Stahl aus Konverter	40 000	100	15
Kalziummetall	140	58 000	4350
Aluminium, 98 bis 99%	250	32 000	2400
Karborundum, krist.	300	27 000	2024
Magnesium	300	27 000	2024
Karborundum, amorph	500	16 000	1400
Natrium	550	15 000	1125
Zink, elektrothermisch	1 200	6 800	564
Kupfer „	2 500	3 200	240
„ elektrolytisch	90 000	90	6·70
Kalknitrat	300	27 000	1400
Aluminiumnitrid mit 20% Stickstoff	1 600	5 100	382·50
Kalziumkarbid	1 700	4 800	360
Chlor	7 000	1 150	86
Kaliumchlorat	7 000	1 150	86
Soda	7 000	1 150	86

Bei der Kostenberechnung wurde der Strompreis von K 0·075 pro kWh zugrunde gelegt und das Pfund Sterling zu K 24 angenommen.

Stoffe für die Elektrotechnik.

Das Feuerlöschmittel „Pyren" wurde, wie J. Lambra berichtet, 1907 erfunden und besteht ausschließlich aus organischen Stoffen. Es enthält keine Säuren oder Salze und auch kein Wasser, so daß die damit benetzten Gegenstände in keiner Weise beschädigt werden. Die nicht einmal bei — 50° C erstarrende Flüssigkeit verwandelt sich bei 65° in ein dichtes schweres Gas, das den brennenden Gegenstand umgibt und den Luftzutritt verhindert. Das Feuerlöschmittel „Pyren" ist ein ausgezeichneter Isolator. Sein spezifischer Widerstand beträgt 100 000 MΩ, die dielektrische Festigkeit 3000 V pro mm. Zufolge dieser Eigenschaften kann es zum Löschen von Bränden elektrischen Ursprungs benutzt werden, ohne daß das löschende Personal dadurch gefährdet wäre. Erfolgreiche Versuche sind bis 136 000 V vorgenommen worden. Ein elektrischer Lichtbogen von 220 V und 2000 A wurde durch das „Pyren" in 2 s ausgelöscht. Für die Wicklungen und die sonstigen Bestandteile der elektrischen Maschinen selbst ist die Flüssigkeit vollständig unschädlich. Der zum Löschen dienende Apparat besteht aus einer kleinen Pumpe, die zusammen mit der darin enthaltenen Flüssigkeit nur 2·5 kg wiegt. Aus 1 kg Flüssigkeit entwickeln sich etwa 20 000 l Gase. (Electro-Journal, Mai 1918.)

Chronik.

Hauptversammlung der Vereinigung österreichischer Elektrizitätswerke und der Einkaufsgenossenschaft österreichisch-ungarischer Elektrizitätswerke. Am 2. November d. J. fand im Sitzungssaal des Alten Wiener Rathauses die 15. Hauptversammlung der „Vereinigung der österreichischen Elektrizitätswerke" statt. Nach Erstattung des Jahresberichtes durch den Vorstand, der Vorlage des Jahresabschlusses 1917/1918 und des Haushaltungsvoranschlages für 1918/1919 erstattete Direktionsrat Ing. Beron, Wien, den Bericht über die Werbetätigkeit der Vereinigung. Direktor Ing. Fabian, Teplitz-Schönau, berichtete über die Gründung der Provinzvereinigung „Nordböhmen". Hierauf folgte ein Bericht von Direktionsrat Ing. Beron, Wien, über die Fühlungnahme mit der Deutschen Vereinigung der Elektrizitätswerke, betreffend die Benutzung der „Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke in Berlin" für Zwecke der österreichischen Vereinigung und Bezug dieser Mitteilungen für die Mitglieder der letzteren. Über die einheitliche Organisation der Elektrizitätswerke sprach Direktor-Stellvertreter Ing. Kvetensky, Linz-Urfahr. Den Bericht über die Aktionen der Vereinigung in Angelegenheit der Strompreiserhöhungen bei Elektrizitätswerken erstattete Generaldirektor Ing. Egger, Wien. Hierauf folgten die Vorträge von Direktor Ing. Kallir, Wien, über „Lohnstatistik und Lohnfragen", von Direktionsrat Ing. Beron, Wien, über „Erfahrungen mit Kriegsinstallationen" und über „Bezeichnung der Glühlampen". Anschließend daran hielt die „Einkaufsgenossenschaft österreichisch-ungarischer Elektrizitätswerke" ihre 14. Hauptversammlung ab. Auf der Tagesordnung stand der Rechenschaftsbericht des Vorstandes über das abgelaufene Geschäftsjahr und der Bericht des Vorstandes über den gemeinsamen Einkauf von Betriebsmaterialien und der Tätigkeitsbericht der Prüfstellen; ferner der Bericht von Direktionsrat Ing. Beron, Wien, über „Abänderung des Genossenschaftsvertrages" und über die am 12. November 1917 vorgenommene VI. obligatorische Revision der Einkaufsgenossenschaft österr.-ungar. Elektrizitätswerke. Außerdem wurden Ergänzungswahlen vorgenommen.

Wir werden über die Ergebnisse der Hauptversammlungen demnächst eingehend berichten.

Literatur-Bericht.

Vereinfachte Blitzableiter. Von Professor Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel, Frankfurt a. M. Vierte, ergänzte und verbesserte Auflage mit 80 Textfiguren. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 1·80.

Der Verfasser hat es sich zur Aufgabe gemacht, nach den neuesten Grundlagen einen Leitfaden zur Herstellung vereinfachter Blitzableiter für alle daran interessierten Kreise, sowohl für die Baubehörden und Architekten, als auch für die Besitzer von Gebäuden und die Blitzableiter-Techniker zu schaffen.

Die einleitenden Ausführungen befassen sich mit Gewitterentstehung, Gewittergefahr und -schäden. Er betont das eminente volkswirtschaftliche Interesse, das der Staat an der Vermeidung der durch Blitzschäden bedingten Verluste hat, insbesondere an Gebäuden, die landwirtschaftliche Produkte enthalten. In der Folge beschäftigt sich der Verfasser mit der Ausführung der Auffangvorrichtungen der Gebäudeleitungen, der Dachleitungen, sowie der Ableitungen und Erdungen nach den Grundsätzen des modernen Blitzableiterbaues. Er macht hier vortreffliche Vorschläge für die konstruktive Ausführung und Befestigung der Leitungen. Sodann gibt er an Hand einer Reihe von Beispielen Anleitungen für den Entwurf von Gebäudeblitzableitern, insbesondere für Gebäude aus Eisenbeton. Der Berechnung der Kosten von Blitzableitern ist das nächste Kapitel gewidmet, woran sich Anleitungen zur Ausführung der Blitzableiter und eine Darstellung der hiezu erforderlichen Instrumente, sowie eine kurze Erläuterung der elektrotechnischen Begriffe schließen. Zum Schlusse werden die Bestimmungen des V. D. E. über Blitzableiter, und zwar die Leitsätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz (1901), die Erläuterungen und Ausführungsvorschläge vom Jahre 1913, ferner der bezügliche „Anhang 1 bis 4" über Blitzableiter an Fabriksschornsteinen, Blitzschutz von Kirchen, Windmühlen und Anschluß der Blitzableiter an Wasserleitungs- und Gasrohre vom Jahre 1917 wiedergegeben.

Digitized by Google

Es ist ein ganz vorzügliches, aus reicher Erfahrung des Verfassers hervorgegangenes Werk, das in seiner klaren, verständlichen Darstellung allen Blitzableiterinteressenten wärmstens zu empfehlen ist und dem weiteste Verbreitung im Interesse der Herstellung richtiger Blitzableiter zu wünschen wäre. *Ing. Dr. M.*

Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik. Von Dr. W. Ahrens. Verlag von Julius Springer, Berlin 1918. Mit 51 Textfiguren.

Der bekannte Autor der „Mathematischen Unterhaltungen und Spiele" hat ein neues Buch herausgegeben, das wie sein Hauptwerk nur die einfachsten mathematischen Kenntnisse voraussetzt. Die gebotene Auswahl zeichnet sich durch große Mannigfaltigkeit aus, so daß jeder, der seine Mußestunden dem Gebiete der Unterhaltungsmathematik widmet, vieles Interessante finden wird. Das Buch enthält eine mathematische Behandlung verschiedener Spiele, mathematische Scherze, einige Teilungsaufgaben, Anleitungen zum Erraten gedachter Zahlen, merkwürdige Multiplikationsergebnisse und vieles andere, das einer mathematischen Behandlung zugänglich ist, zum Beispiel die verschiedenen Möglichkeiten, ein Geldstück zu wechseln, ein Kapitel über den Zahlenaberglauben usw. Den Schluß bildet eine Erörterung über die sogenannte Sator-Arepo-Formel, die allerdings mehr ein sprachliches, als ein mathematisches Interesse bietet. Aber auch dieses Kapitel wird den Freunden des Autors willkommen sein, da sie Gelegenheit haben, den strengen Mathematiker auch als Kämpfer im Streite kennen zu lernen. *Ing. F. Klein.*

Briefe an die Schriftleitung.

(Für Veröffentlichungen in dieser Rubrik übernimmt die Schriftleitung keinerlei Verantwortung.)

Die Elektrizitätsversorgung der Niederlande. Von Prof. C. Feldmann E. u. M. 1918, Heft 22, Seite 250.

Herr Prof. C. Feldmann ist so liebenswürdig, meine Schrift „Eene Ryks-Electriciteits-Voorziening van Nederland"*) (bei J. Waltman, Delft, 1916) zu erwähnen. Ich kann Prof. Feldmann deswegen nicht gram sein, denn er sagt viel gutes von meiner Schrift. Ich erlaube mir dennoch ein paar Bemerkungen zu machen.

Prof. Feldmann schreibt: „Dann läßt Herr Doyer die Belastungsfaktoren und die Verschiedenheitsfaktoren = (Σ max. Verbraucher : max. Zentrale) mit der zunehmenden Zentralenleistung wachsen und findet dann natürlich, daß der Staat günstiger produzieren könne als die kleineren Produzenten". Die Bemerkung kann ich hier nicht unterdrücken, daß wenn es „natürlich" ist, daß ich zu diesem Resultate gelange, auch angenommen werden muß, daß im allgemeinen die Unternehmung mit dem größeren Versorgungsgebiete günstiger produziert wie die Unternehmung mit dem kleineren Versorgungsgebiete. Denn es zweifelt doch heute zu Tage wohl niemand mehr daran, daß im allgemeinen bei einem größeren Versorgungsgebiete Belastungsfaktor und Verschiedenheitsfaktor günstiger sind wie bei einem kleineren Versorgungsgebiete. Wenn es also unter dieser Annahme „natürlich" ist, daß ich zu einer günstigeren Produktion komme bei dem größeren Versorgungsgebiete, so habe ich das nachgewiesen, was ich bestrebt war zu beweisen.

Daß ich übersehen haben sollte, die Verteuerungsfunktion, das heißt die Zunahme des Preises einer Transformatorenstation für 1 kW mit abnehmender Leistung und zunehmender Spannung einzuführen, kann ich nicht zugeben.

Bei den drei staatlichen Zentralen habe ich die Transformatorenstationen, in welchen außer Transformatoren mit Zubehör auch Synchronkondensatoren mit Zubehör aufgestellt werden, im Durchschnitte 10% größer angenommen wie bei den sieben Provinzzentralen. Dagegen ist bei den drei staatlichen Zentralen für ganz Holland die Spannung höher angenommen. Ich habe deswegen gemeint, die Preise pro kW in beiden Fällen ungefähr gleich groß annehmen zu dürfen. Wenn Prof. Feldmann meint, daß ich hierin irre, so hat eine Korrektion, die dann jedenfalls klein sein soll, keinen Einfluß auf das erreichte Resultat.

„Absichtlich beiseite gestellt ist andererseits alle Rücksichtnahme auf Vorhandenes" meint Prof. Feldmann anführen zu müssen. Ich glaube es kaum. Ich habe zwar in meiner Schrift nur schematisch behandelt, was mit dem Vorhandenen geschehen soll. In schematischer Weise habe ich jedoch die Frage ausdrücklich und eingehend behandelt.

Ausführlicher habe ich später dieselbe Frage über das Vorhandene in demselben Sinne behandelt in den drei Schriftstücken.

1. Verdere Beschouwingen aangaande eene Electriciteits-Voorziening over het geheele grondgebied van Nederland*).

2. De tarieven voor electrische stroomlevering in verband met het aantal voor de stroomlevering zorgende centrales**).

3. De eeuw van de transmissie van de kracht na de eeuw van het transport van de materie***).

Ich habe für Interessenten, die der holländischen Sprache mächtig sind, noch einzelne Exemplare meiner Schriften vorrätig.

Ich erlaube mir noch eines merkwürdigen Anklanges Erwähnung zu tun, der sich in drei Veröffentlichungen, einer deutschen, einer englischen und einer holländischen (der meinigen) gezeigt hat. Die deutsche ist von Dr. Ing. A. Jung, Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1918 und heißt „Die staatliche Elektrizitäts-Großversorgung Deutschlands". Die englische ist von der „Coal Conservation Sub-Committee" aus der „Reconstruction Committee" von dem Ministerium für den Wiederaufbau in England eingesetzt. Die englische Regierungskommission behandelt die Elektrizitätsversorgung von England und Schottland. Die Schrift wurde zu der gleichen Zeit mit der von Dr. Ing. Jung veröffentlicht, und zwar anfangs des Jahres 1918. Meine erste Veröffentlichung „Eene Ryks-Electriciteits-Voorziening van Nederland" erschien Juni 1916. Man kann deshalb ruhig annehmen, daß die drei Ausgaben vollständig unabhängig voneinander entstanden sind, denn in Deutschland und England wird wegen der Sprachenschwierigkeit wohl kaum jemand mein Schriftstück, das anderthalb Jahre früher erschienen ist, gelesen haben.

Die Verfasser der drei Schriften kommen zu dem merkwürdig übereinstimmenden Resultate, daß unter Berücksichtigung des Vorhandenen in den drei Ländern folgendes zu empfehlen sei: An Stelle des Vorhandenen sollen die drei Länder verteilt werden in sehr große Elektrizitätsbezirke, jeder ausgerüstet mit einer Superzentrale. Diejenigen, welche durch die Neugründungen geschädigt werden, müssen vollständig entschädigt werden, was durch die Verbilligung in der Produktion des elektrischen Stromes in weniger als zehn Jahren aufgebracht werden kann. Jeder Bezirk enthält, unabhängig von der Dichte der Bevölkerung, 2·2 bis 2·5 Mill. Einwohner.

Tabellarisch ist der Vorschlag dieser:

	Deutschland	England und Schottland	Niederlande
Landesoberfläche in km² . . .	550 000	229 000	30 000
Anzahl der Elektrizitätsbezirke	25—30	16	3
Oberfläche jedes Bezirkes in km²	20 000	14 300	10 000
Bevölkerung des ganzen Landes in Mill.	70	40	6·6
Bevölkerung jedes Elektrizitäts-Bezirkes in Mill. . . .	2·5	2·5	2·2

Diese internationale Übereinstimmung scheint mir weit wichtiger als die von Prof. Feldmann angeführte Mitteilung von Dr. Voigt in der Berliner Sitzung der Vereinigung der Elektrizitätswerke vom 4. Dezember 1916, nämlich: „Was (aber) in zehn Jahren historisch erwachsen, kann man nicht von heute auf morgen aus der Welt bringen; es kann nur ganz allmählich zum Verschwinden gebracht werden."

Das wollen auch wir. Wir wollen aber zu gleicher Zeit bekennen, daß, was während der letzten zehn Jahre richtig erschien, heute nicht mehr richtig ist. In der Zukunft muß der Strom, um billig verkauft werden zu können, auf je 2 bis 2·5 Mill. Einwohner nur von einer Zentrale geliefert werden und nicht mehr wie von einer. Die Resultate mit einer Zentrale auf je 2 bis 2·5 Mill. Einwohner sind so viel günstiger wie mit vielen kleineren Zentralen, daß aus dem größeren Gewinne das Vorhandene in weniger als zehn Jahren abgeschrieben werden kann. Nach Ablauf dieser Zeit hat man den Vorteil der niedrigeren Verkaufspreise.

Es schien mir das Obenstehende von genügender Bedeutung, um es zur Kenntnis ihrer Leser zu bringen.

den Haag Holland, 31- Surinamestraat, am 26. 7. 1918.

H. Doyer w. i.

*) „Eine Reichs-Elektrizitäts-Versorgung der Niederlande".

*) „Weitere Betrachtungen, betreffend eine Elektrizitätsversorgung des ganzen Grundgebietes der Niederlande".

**) „Die Tarife für elektrische Stromlieferung in Verband mit der Anzahl der für die Stromlieferung sorgenden Zentralen".

***) „Das Jahrhundert der Transmission der Kraft nach dem Jahrhundert des Transportes des Stoffes".

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
17. November 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 46,
36. Jahrgang.

INHALT:

Die Entwicklung der Überlandzentralen und die zukünftige Elektrizitätsversorgung in Österreich. Von Ing. Leopold Rosenbaum, Wien 505
Rundschau 509
Chronik 510
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 511
Vereins-Nachrichten 512

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Die Entwicklung der Überlandzentralen und die zukünftige Elektrizitätsversorgung in Österreich.

(Mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen und industriellen Anlagen.)

Von Ing. **Leopold Rosenbaum, Wien.**

Der Plan einer einheitlichen Versorgung der österreichischen Länder mit elektrischer Energie hat bereits mehrere Jahre vor Kriegsausbruch einen sich stetig erweiternden Kreis von Interessenten herangezogen; einerseits nahm die Privatwirtschaft, insbesondere die Industrie und das Verkehrs- und Handelsgewerbe, sodann in weiterer Folge auch die Landwirtschaft und die freien Berufe, andererseits die städtischen Verwaltungen und Landesbehörden, endlich die Staatsverwaltung selbst an der Weiterentwicklung der Elektrizitätswirtschaft lebhaften Anteil. Hand in Hand mit der Aufstellung eines einheitlichen Elektrizitätswirtschaftsplanes ging auch die Regelung der Elektrizitätsgesetzgebung und der Neugestaltung des Wasserrechtes, unter gleichzeitiger Inangriffnahme der Ausnutzung der Wasserkräfte im großen; es soll hier auf das Gebiet der rechtlich-organisatorischen Ausgestaltung der Elektrizitätsversorgung nicht näher eingegangen werden und kann diesbezüglich auf die zahlreichen Veröffentlichungen und Vorträge in der Fachliteratur verwiesen werden.

Die Frage der zukünftigen Elektrizitätsversorgung hat in letzter Zeit infolge der zunehmenden Schwierigkeiten der einheitlichen Kohlenversorgung und beständig steigenden Kohlenpreise auch das Problem der wirtschaftlichen Verwertung unserer Kohlenschätze in den Vordergrund gerückt. Die zunehmende Notwendigkeit der Selbstversorgung unter möglichst rationeller Verwertung unserer Naturschätze und die gleichzeitige Steigerung der Produktionskraft und Konsumfähigkeit der Bevölkerung zwecks Wiederherstellung einer aktiven Handels- und Zahlungsbilanz ist eine der dringendsten Forderungen des gesamten Staatshaushaltes geworden; zu diesem Ziele wird die Förderung der Elektrizitätswirtschaft durch Hebung des Güteraustausches und des Außenhandels zum Wiederaufbau normaler Geld- und Kreditverhältnisse im wesentlichen Maße beitragen.

In der vorliegenden Arbeit soll zunächst versucht werden, ein Bild der bisherigen Entwicklung der Überlandzentralen in Österreich zu entwerfen und sodann an Hand der bisherigen Ergebnisse verschiedener Statistiken und Erfahrungszahlen die voraussichtliche Entwicklung der Elektrizitätsversorgung näher behandelt werden. Die Frage eines einheitlichen Elektrizitätswirtschaftsplanes möge hierbei vom Standpunkte der Mindestkosten der Neugestaltung, das heißt unter möglichster Berücksichtigung der bestehenden Verhältnisse der Elektrizitätswirtschaft gelöst werden. Es sollen bei dieser Gelegenheit die bisher zahlenmäßig nicht berücksichtigten gewerblichen Eigenbetriebe in Österreich, soweit sie für die Durchführung der einheitlichen Elektrizitätsversorgung in Betracht kommen, in Rechnung gezogen werden. Hinsichtlich der öffentlichen Elektrizitätswerke konnte nur die im Jahre 1913 (mit Nachtrag 1914) zum letztenmale herausgegebene „Statistik der Elektrizitätswerke in Österreich" als Grundlage für die nachstehenden Ausführungen benutzt werden.

Die Zahl der Überlandzentralen in Österreich — worunter hier im allgemeinen solche Elektrizitätswerke zu verstehen sind, welche an mindestens drei Orte mittels Fernleitung Strom abgeben — beträgt 143 (nach der Statistik 1913/14), einschließlich der damals im Ausbau befindlichen Anlagen 153, erstreckt sich somit auf rund 16% aller bestehenden (933) Elektrizitätswerke; ihre Gesamtleistung beziffert sich mit rund 210 000 kW, erreicht somit rund 40% der Gesamtleistung aller öffentlichen Werke, ohne die städtischen Elektrizitätswerke der Gemeinde Wien, von welchen nur das Überlandwerk Ebenfurth in Anrechnung gelangte. Die Durchschnittsleistung einer Überlandzentrale in Österreich beträgt rund 1380 kW (gegen 580 kW bei allen Elektrizitätswerken), liegt somit noch recht niedrig; es ist dies ein Beweis dafür, daß die Zentralisierung der Elektrizitätsversorgung in Österreich sich noch in den Anfangsstufen der Entwicklung befindet. Das von den Überlandzentralen versorgte Gebiet umfaßt 1200 Orte mit einer Bevölkerungszahl von rund 3 Millionen oder 10% (!) der Gesamtbevölkerung Österreichs, während von allen Elektrizitätswerken etwa 9 Mill. Einwohner (das ist 30% der Gesamtbevölkerung Österreichs) mit Strom versorgt werden. Vergleichsweise gab es in Deutschland im Jahre 1914 unter 4000 (richtiger 2500) öffentlichen Elektrizitätswerken, von denen allerdings über rund 1500 in der Statistik keine näheren Angaben vorliegen und welche zum größten Teil von fremden Werken Strom beziehen, etwa 350 Überlandzentralen, deren Leistung jedoch 1·25 Mill. kW oder 66% der Gesamtleistung aller Werke übersteigt; die Durchschnittsleistung eines Überlandwerkes beträgt rund 3500 kW, liegt somit bedeutend höher als in Österreich. Im Jahre 1913 gab es in Deutschland bereits 50 Werke mit Leistungen über 10 000 kW, während in Österreich nur 13 Anlagen mit mehr als 5000 kW gezählt wurden, hingegen 650 Werke mit Leistungen unter 250 kW; man kann hieraus die gegenwärtige Zersplitterung der Elektrizitätserzeugung leicht ersehen.

Der gesamte Anschlußwert aller Elektrizitätswerke in Österreich wurde, soweit darüber Angaben vorliegen, im Jahre 1913 mit 568 500 kW ermittelt, das ist rund 60 kW für je 1000 Einwohner des Versorgungsgebietes und dürfte gegenwärtig, auf Grund der jährlichen Zunahme von rund 12 bis 15% im Zeitraume 1911 bis 1914, auf 750 000 kW angewachsen sein; der Anschlußwert für je 1000 Einwohner des versorgten Gebietes berechnet sich gegenwärtig mit 75 bis 80 kW. Bei annähernd gleicher Zunahme des Anschlußwertes kann innerhalb der nächsten Jahre mit einem Durchschnittswert von 90 bis 100 kW pro 1000 Ein-

Digitized by Google

wohner gerechnet werden. Man kann auf dieser Grundlage den zukünftigen Kraftbedarf der Elektrizitätswerke (ohne Eigenbetriebe) in Österreich auf 2 bis 3 Mill. kW (letzterer Wert einschließlich Galizien, Bukowina und Dalmatien) einschätzen. Zum gleichen Werte gelangt man auch, wie noch an späterer Stelle ausgeführt wird, unter Berücksichtigung der elektrifizierbaren gewerblichen Eigenbetriebe, wenn man den zukünftigen Anschlußwert mit 150 kW (nach Dr. Conrad sogar mit 200 kW) annimmt. Die Zentralenleistung ergibt sich auf dieser Grundlage bei einem mittleren Verhältnis von 1·5 des Anschlußwertes zur Zentralenleistung mit rund 2 (bezw. 3) Mill. kW, entsprechend 100 kW für je 1000 Einwohner. Vergleichsweise waren in Deutschland im Jahre 1914 bereits 12 000 Orte mit 45 Mill. Einwohnern, das ist 66% der Gesamtbevölkerung, mit rund 3·5 Mill. angeschlossenen kW, oder rund 80 kW auf 1000 Einwohner mit Strom versorgt; der gegenwärtige Anschlußwert wird auf 7 bis 10 Mill. kW eingeschätzt*).

Es sei an dieser Stelle noch hervorgehoben, daß der Anschlußwert für je 1000 Einwohner in wesentlichem Maße vom Alter bezw. Ausbauverhältnis der Werke und vom Charakter des Versorgungsgebietes bezw. der vorherrschenden Berufsart der Bevölkerung abhängt; in städtischen und industriellen Gegenden kann schon heute mit 90 bis 100 kW pro 1000 Einwohner gerechnet werden, während in vorwiegend landwirtschaftlichen Gebieten derzeit nur etwa 60 kW für je 1000 Einwohner angenommen werden können, wiewohl einige größere landwirtschaftliche Überlandzentralen in Österreich und Deutschland schon gegenwärtig Anschlußwerte von 90 kW auf je 1000 Einwohner erreichen**). Hinsichtlich der Verteilung des Anschlußwertes auf die Licht- und Kraftabnehmer sei nur bemerkt, daß infolge des ständig zunehmenden Überwiegens der Kraftanschlüsse auch weiterhin mit einer fast doppelt so großen Zunahme der letzteren zu rechnen sein wird***).

Die gesamte nutzbare Stromabgabe der öffentlichen Elektrizitätswerke in Österreich kann gegenwärtig, bei einer durchschnittlichen Jahresbenutzungsdauer des gesamten Anschlußwertes von 1000 h, mit rund 750 Mill. kWh, das ist 75 kWh pro Einwohner des Versorgungsgebietes und der zukünftige Energiebedarf auf rund 3 Milliarden kWh eingeschätzt werden. In Deutschland wurde die gesamte Stromabgabe im Jahre 1913 auf 2800 Mill. kWh geschätzt, wovon mehr als zwei Drittel auf Kraftstrom entfallen; dies entspricht etwa 50 kWh pro Einwohner des Versorgungsgebietes. Im Jahre 1909 betrug die mittlere Stromabgabe pro Einwohner in Deutschland rund 25 kWh und ist seither auf den doppelten bezw. dreifachen Wert angewachsen†).

Einen maßgebenden Einfluß auf die zukünftige Verteilung und Ausgestaltung der Überlandzentralen hat die Wahl der Betriebskraft. Aus der Statistik 1913/14 ist zu ersehen, daß rund 95, das ist 60% aller Überlandwerke mit Wasserkraft betrieben werden, hievon 58 Werke ohne kalorische Kraftreserve. Die vorzugsweise in den Alpenländern gelegenen Wasserkräfte stellen durch die Möglichkeit der billigen Energieerzeugung bezw. Kohlenersparnis ein volkswirtschaftliches Gut dar, durch dessen Brachliegen viele Millionen an Volksvermögen verloren gehen. Es sei an dieser Stelle nur kurz auf die großzügige Entwicklung der elektrochemischen und -metallurgischen Anlagen im Auslande, namentlich in Frankreich, Schweden und Norwegen zur Erzeugung von Luftsalpeter und Kalkstickstoff hingewiesen, welche infolge des bedeutenden Rückganges des Ernteertrages*) während des Krieges von größter Bedeutung für die Zukunft der landwirtschaftlichen Selbstversorgung geworden ist. Der durch den Minderertrag des Bodens bezw. die Mehrbelastung der Handelsbilanz infolge der Lebensmitteleinfuhr entstehende Schaden kann mit rund 1 Milliarde Kronen veranschlagt werden**).

Infolge der gesperrten Einfuhr des Chilisalpeters und wichtiger Rohstoffe der Elektroindustrie, wie Kupfer, Blei, Gummi, muß der verzögerte Ausbau der Wasserkräfte in Österreich doppelt bedauert werden. Neben den Wasserkraftanlagen sind in den letzten Jahren vor Kriegsausbruch in den Kohlenrevieren der Sudetenländer eine Reihe von Überlandzentralen entstanden, welche im raschen Aufschwunge begriffen sind. Im nordwestböhmischen Kohlengebiet bestehen derzeit 12 Kohlenzechen-Überlandwerke, an welche rund 70 Orte angeschlossen sind. In den letzten Jahren haben auch rund 20 kleinere Elektrizitätswerke ihren Eigenbetrieb eingestellt und sind zum Anschluß an die Kohlenzechenwerke mit selbständigem Weiterverkauf des elektrischen Stromes übergegangen. Die Zahl der mit Dampfkraft betriebenen Überlandzentralen beziffert sich gegenwärtig mit 24, folgt daher erst im weiteren Abstande nach den Wasserkraftanlagen, deren Anlage- und Betriebskosten in Österreich im allgemeinen niedriger liegen***); im Kriege hat sich durch die hohen Kohlenpreise und Frachten eine weitere Verschiebung zugunsten der Wasserkraftanlagen ergeben, auf welche an späterer Stelle noch näher eingegangen werden soll. Die Zahl der mit Diesel- bezw. Gasmotoren betriebenen (6) Überlandwerke in Österreich ist mit Rücksicht auf die hohen Anlage- und Brennmaterialkosten eine relativ geringe. Bemerkt sei noch, daß in Österreich zurzeit 14 Werke bestehen, welche vom Auslande, zumeist in Sachsen gelegenen Überlandzentralen (Kohlengebieten) Strom beziehen.

Eine Unterscheidung der Überlandwerke nach den Besitzverhältnissen zeigt, daß rund zwei Drittel derselben im privaten bezw. gesellschaftlichen Betrieb, der Rest in städtischer Verwaltung steht; es kann jedoch an Hand der bisherigen wirtschaftlichen Ergebnisse einer oder der anderen Verwaltungsform kein entschiedener Vorzug gegeben werden. Die Rentabilität eines Elektrizitätswerkes hängt vielmehr, wie schon an anderer Stelle vom Verfasser dargelegt wurde, im wesentlichen von dem Ausnutzungsfaktor (spezifische Ausnutzung) und dem Verhältnis der Betriebskosten zu den Einnahmen (Betriebsfaktor) ab†).

Die Frage der zukünftigen Organisation und Finanzierung der Elektrizitätswerke kann somit vom Standpunkte einer bestimmten Verwaltungsform nicht gelöst werden. Der Verfasser ist der Ansicht, daß das Problem der einheitlichen Elektrizitätsversorgung nur auf einer breiten gemeinwirtschaftlichen oder genossenschaftlichen Grundlage, frei von Sonderbestrebungen einer gedeihlichen Lösung zugeführt werden kann, ähnlich wie dies bereits bei einer Reihe von größeren Elektrizitätsunternehmungen in der Schweiz und vereinzelt auch in den österreichischen Alpenländern der Fall ist††). Von maß-

*) Vgl. E. u. M. 1909, Seite 1189; E. u. M. 1912, Seite 164; 1911, Seite 817.
**) Vgl. E. u. M. 1912, Seite 168; 1916, Seite 479.
***) Vgl. E. u. M. 1909, Seite 1189; 1911, Seite 817.
†) E. u. M. 1912, Seite 164.

*) Derselbe betrug für die wichtigsten Getreidesorten im Jahre 1915 rund 20 bis 30% (vgl. österr. statistisches Handbuch, 34. Jahrgang, Seite 78), im Jahre 1917 sogar 40 bis 50%.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger Seite 95, 195, 351.
***) Vgl. E. u. M. 1912, Seite 960.
†) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 105.
††) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 20.

Digitized by Google

gebenden Kreisen wurde in den letzten Jahren die sogenannte „gemischtwirtschaftliche Unternehmung" empfohlen, welche in einer Vereinigung des Privatkapitals mit öffentlichen Geldern (Landes- und Kommunalbehörden) besteht. Da über die praktischen Ergebnisse dieses Verwaltungssystems noch keine genügenden Erfahrungen vorliegen, erscheint es derzeit verfrüht, über die Weiterentwicklung dieser Unternehmungen ein endgiltiges Urteil abzugeben.

Für die zukünftige Entwicklung der Überlandzentralen ist die Frage der Vereinheitlichung der Spannung und Periodenzahl von ausschlaggebender Bedeutung. Es liegen diesbezüglich, besonders aus der letzten Zeit, eine Reihe von Vorschlägen und Veröffentlichungen vor, welche in dieser Zeitschrift bereits zum Abdrucke gelangten*). Bei den Überlandzentralen tritt das Drehstromsystem mit 50 Pers immer mehr in den Vordergrund; im Zeitraume 1911 bis 1914 hat sich die Leistung der Drehstromzentralen um 110 000 kW, jene der Gleichstromwerke hingegen nur um 15 000 kW erhöht. Die Betriebs- und Verteilungsspannungen zeigen leider noch einen vollständigen Mangel an Einheitlichkeit; neben der in den meisten Überlandwerken (etwa 80) vorherrschenden Generatorspannung von 5000 bezw. 3000 V, bei welcher der Spannungsabfall in der Leitung nicht einheitlich zur Geltung gelangt, mithin Spannungen in der Zentrale von 3200, 3300, 3600, 5200, 5500 V verwendet werden, kommen auch noch Betriebsspannungen von 6000, 7500 und 10 000 V (im Einzelnfalle auch 15 000 V) in Betracht. In Hinkunft wäre die einheitliche Durchführung einer möglichst hohen Generatorspannung mit Rücksicht auf die Mindestkosten der Neuanlagen und Umgestaltung bestehender Werke, etwa von 10 000 V, daneben noch die Beibehaltung der am häufigsten angewendeten Spannungen von 3000 V bezw. 5000 V mit Zwischenschaltung von Transformatoren auf ein gemeinsames 10 000 V-Verteilungsnetz anzustreben; ähnliche Vorschläge liegen bereits in Deutschland und in der Schweiz vor**). Ein gleiches gilt hinsichtlich der Hochspannungsübertragungen, für welche in Österreich 10 000, 20 000 und 25 000 V, in den letzten Jahren auch 35 000, 44 000 und 70 000 V in Anwendung gelangten, während gegenwärtig eine Anlage mit 110 000 V Spannung in Ausführung begriffen ist; man sieht hier ebenfalls das Bestreben nach einer wirtschaftlichen Erhöhung der Überragungsspannung für große Entfernungen und Mastenabstände. Den größten Mangel an Einheitlichkeit weisen die Gebrauchs-, bezw. Nutzspannungen im Verteilungsnetze auf, wiewohl sich auch hier das Bestreben nach einer einheitlichen Erhöhung derselben (auf 220, bezw. 380 V) neuerdings geltend macht. Gegenwärtig bestehen bei Überlandwerken neben 30 Drehstrom-Dreileiteranlagen für 100 bis 120 V noch 35 Anlagen für 150 V (!) und nur 15 Werke mit 220 V Verteilungsspannung; daneben ist das geerdete Vierleitersystem für Spannungen von 110/190, bezw. 120/210 V in rund 50 Werken vorherrschend. Eine allmähliche Umgestaltung auf 220/380 V ist daher noch mit erheblichen Kosten (Zwischentransformation) verbunden; es muß hiebei auch der Forderung nach erhöhter Betriebssicherheit in entsprechender Weise Rechnung getragen werden. Auch die „Normalisierung" der Maschinen und Apparate ist mangels einheitlicher Vorschriften noch nicht über das Anfangsstadium fortgeschritten.

In den letzten Jahren hat die Streitfrage „Fern- oder Nahkraftwerk" bezw. Errichtung von Großkraftanlagen oder Erweiterung und Umbau bestehender Mittelkraftwerke, zu einem überaus lebhaften Meinungsaustausch in der Fachliteratur geführt*). Die bisherigen Ausführungen lassen zur Genüge erkennen, daß eine einseitige Lösung des Elektrizitätsproblems in einem bestimmten Sinne nicht möglich ist; es wird vielmehr von örtlichen Verhältnissen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten abhängen, ob die Neuanlagen von Fernkraftwerken oder die Ausgestaltung von bestehenden Nahkraftanlagen die günstigere Lösung darstellt. Man kann annehmen, daß nur durch eine schrittweise Angliederung kleiner, zumeist unwirtschaftlich arbeitender Elektrizitätswerke an größere Überlandnetze und die Ausgestaltung bestehender Mittel- und Großkraftwerke die Durchführung eines einheitlichen Elektrizitätswirtschaftsplanes unter Wahrung der Mindestkosten möglich ist. Rentabilitätsberechnungen mit einseitig gefärbten, zumeist willkürlichen Voraussetzungen erscheinen infolge der Unsicherheit der Belastungsverhältnisse und der gegenwärtigen Veränderungen der Preislage ohnedies mehr oder weniger hinfällig.

Es soll nunmehr die bisherige und voraussichtliche Weiterentwicklung der landwirtschaftlichen Überlandzentralen, namentlich auf genossenschaftlicher Basis, auf deren große Bedeutung bereits im vorstehenden hingewiesen wurde, einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Im Jahre 1913 gab es in Österreich 52 genossenschaftliche Elektrizitätswerke, vorwiegend landwirtschaftliche „Produktiv- oder Leitungsgenossenschaften", mit eigener Stromerzeugung, unter welchen 16 Überlandzentralen gezählt wurden; daneben bestanden noch rund 70 Strombezugs- oder Konsumgenossenschaften, namentlich in Böhmen und Mähren, welche von Überlandzentralen Strom beziehen und selbständig weiterverkaufen, die in der Statistik nicht gesondert angeführt erscheinen. Während in den Sudetenländern die landwirtschaftlichen Genossenschaften als sogenannte „Dresch- oder Maschinengenossenschaften" überwiegen, bestehen in den Alpenländern, vorzugsweise in Tirol, eine größere Zahl (rund 30) gewerblicher Genossenschaftswerke oder „Konsortien zur Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie" für Beleuchtung und gewerbliche Zwecke. Vom gesamten Anlagekapital aller genossenschaftlichen Werke sind nur 20% durch Genossenschaftsanteile, der Rest durch Anleihen und Waren gedeckt. Die infolge der zunehmenden Leutenot am flachen Lande erfolgte rasche Gründung von landwirtschaftlichen Maschinengenossenschaften hat die Landesverwaltungskommission des Königreichs Böhmen im Jahre 1913 zur Einberufung einer Enquête veranlaßt, in welcher vor der überstürzten Errichtung ungenügend ausgenutzter, daher unwirtschaftlich arbeitender landwirtschaftlicher Ortszentralen gewarnt und der Bau von Überlandzentralen mit gewerblichen und landwirtschaftlichen Verbrauchern unter Gründung von selbständigen Strombezugsgenossenschaften empfohlen wurde. Die bereits erwähnten 16 landwirtschaftlichen Überlandwerke versorgen rund 150 Orte mit 120 000 Einwohnern bei einem gesamten Anschlußwert von 6200 kW. Vergleichsweise sei erwähnt, daß die Statistik der Elektrizität in Deutschland rund 450 genossenschaftliche Elektrizitätswerke (zumeist Maschinengenossenschaften) enthält, über welche zumeist keine näheren Angaben vorliegen. Einem Berichte der landwirtschaftlichen Genossenschaften der Provinz Sachsen ist zu entnehmen, daß die Zahl der von landwirtschaftlichen Genossenschaftszentralen versorgten Orte von 1907 bis 1916 auf 1410 angewachsen ist, welche 30%

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 561 und 1918, Seite 86, 125, 303, 396.
**) Vgl. E. u. M. 1918, Seite 353, 500.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 335, 635, ferner 1917, Seite 111, 381, 215, 537, 585 u. a. a. O.

Digitized by Google

der ländlichen Bevölkerung mit Strom versorgen; etwa zwei Drittel der gesamten Energieabgabe entfallen auf Strombezugsgenossenschaften mit landwirtschaftlichen und industriellen (gewerblichen) Verbrauchern; es sei noch bemerkt, daß diese Anlagen in letzter Zeit zur Erhöhung der Verteilungsspannung auf 220, bezw. 380 V übergegangen sind*).

Die vollständige Erfassung der zukünftigen Elektrizitätsversorgung erfordert auch einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der mit elektrischer, bezw. motorischer Kraft betriebenen Eigenanlagen und Einzelbetriebe. Die gewerbliche Betriebszählung vom Jahre 1902 (!) weist rund 1·6 Mill. PS in den motorischen Betrieben des Erzeugungsgewerbes nach, wovon rund 1 Mill. PS auf kalorische, zumeist Dampfkraftanlagen, 450 000 PS auf hydraulische Anlagen und der Rest, rund 150 000 PS auf elektrische Licht- und Kraftanlagen entfallen. Der mit rund 30 000 PS ermittelte Anschlußwert der Elektromotoren in Elektrizitätswerke hat sich seither annähernd verzehnfacht, während die in Eigenanlagen, namentlich in Berg- und Hüttenbetrieben befindlichen elektromotorischen und mechanischen Antriebe gegenwärtig auf rund 1·5 Mill. PS angewachsen sind. Man kann auf Grund der bisherigen Entwicklung annehmen, daß rund 50% der in der Industrie installierten motorischen Antriebe derzeit mittels Elektromotoren betrieben werden. Die in kalorischen Eigenanlagen im Betriebe stehenden motorischen PS haben sich auf Grund der periodisch veröffentlichten Berichte der Gewerbeinspektoren bis zum Jahre 1913 um etwa 50% vermehrt; als Grundlage für die Ermittlung der Zunahme diente hiebei die Zahl der in Fabriksbetrieben Österreichs beschäftigten Arbeiter, welche im Jahre 1902 annähernd gleich war der installierten motorischen Leistung in PS; dieser Zahlenwert zeigt allerdings, je nach dem Kraftbedarf verschiedener Industriezweige, Schwankungen zwischen 0·25 und 5 PS pro Arbeiter. Auf der angegebenen Grundlage kann der gegenwärtige Kraftbedarf aller industriellen Anlagen, einschließlich der Elektrizitätswerke, mit rund 3 Mill. kW eingeschätzt werden; ein entsprechender Wert wurde bereits an früherer Stelle ermittelt.

Man ist an Hand der vorstehenden Angaben nunmehr in der Lage, die durch Zentralisierung der Stromerzeugung mögliche Kohlenersparnis zu berechnen. Nimmt man an, daß vom zukünftigen Kraftbedarf etwa die Hälfte, das ist 1·5 Mill. kW durch ausbauwürdige Großwasserkräfte in den österreichischen Alpenländern gedeckt werden können, so ergibt sich bei einer durchschnittlichen Benutzungsdauer der Zentralenleistung von 2500 (bezw. 1500 Stunden) ein Energiebedarf von rund 3·5 Milliarden kWh (bezw. 2 Milliarden bei ungünstiger Ausnutzung) der Wasserkraftanlagen, wovon etwa 0·5 Milliarden kWh (entsprechend 100 000 konstanten PS) auf die Elektrifizierung der Alpenbahnen, der Rest auf die Elektrizitätswerke und Industrie, insbesondere die elektrochemischen Anlagen entfallen.

Die hiedurch erzielbare Kohlenersparnis berechnet sich bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 2 kg pro kWh**) mit 7 Mill. t (bezw. 4 Mill. t); bei einem derzeitigen Durchschnittspreis von K 50 pro t ergibt dies eine jährliche Ersparnis von 350 Mill. Kronen (bezw. 200 Mill. Kronen). Mit 5% Verzinsung kapitalisiert, berechnen sich die Anlagekosten der Wasserkraftzentralen auf dieser Grundlage mit rund 7 Milliarden Kronen (4 Milliarden Kronen) oder K 5000 pro kW (bezw. K 3000 pro kW), ein Wert, welcher auch angesichts der gegenwärtig im Durchschnitte etwa dreifachen Erhöhung der Materialkosten und Lohnverhältnisse, einem früheren erzielbaren Friedenspreis von rund K 1000 bis 1500 pro kW, bezw. K 15 pro t Kohle entspricht. Eine weitere Ersparnis ergibt sich durch stufenweise Zentralisierung bezw. Umgestaltung der bestehenden kalorischen Elektrizitätswerke und Eigenanlagen; schätzt man die hiedurch erzielbare Kohlenersparnis vorläufig nur auf 25% des gesamten Kohlenverbrauches, so ergibt dies eine weitere Ersparnis von rund 2 Mill. t Kohle, das ist weitere 100 Mill. Kronen jährlich. Man kann somit bei schrittweiser Durchführung der Zentralisierung bezw. Umgestaltung bestehender Anlagen mit einer Gesamtersparnis von rund 500 Mill. Kronen (bezw. 300 Mill. Kronen) jährlich rechnen. Nimmt man den gegenwärtigen gesamten Kohlenverbrauch der österreichischen Kronländer mit rund 50 Mill. t jährlich an, so können unter Berücksichtigung des Umstandes, daß etwa die Hälfte dieses Verbrauches auf die Industrie entfällt, auf Grund der vorstehenden Angaben rund 33% des gegenwärtigen Kohlenbedarfs der Industrie durch eine großzügige Wasserkraftverwertung und Zentralisierung der kalorischen Elektrizitätswerke in den Kohlenrevieren erspart werden*). Nicht berücksichtigt erscheint hiebei die Möglichkeit, auch einen Teil des Hausbrandes durch Einführung der elektrischen Koch- und Heizapparate (bei entsprechenden Tarifen) einzuschränken; der Durchführung dieses Gedankens steht neben den rechtlichen und politischen Schwierigkeiten der großzügigen Wasserkraftausnutzung auch die gegenwärtige Bevorzugung der Gaskocher entgegen. Die hygienischen Vorteile des elektrischen Heizens und Kochens brauchen, ganz abgesehen von der hiedurch wesentlich geförderten Bekämpfung der Rauchplage in größeren Städten, hier nicht näher erörtert zu werden. Beschränkt man den Vergleich der Fernkraftübertragung lediglich auf die Kosten des Kohlentransportes bei Nahkraftwerken, so ergibt sich auch hier eine Verschiebung zugunsten der Großkraftanlagen, namentlich im Anschluß an Wasserkraftwerke, da auch die Kohlenfrachten etwa eine 100%ige Erhöhung erfahren haben; es kann somit auch eine entsprechende Verschiebung der gesamten Betriebskosten zugunsten der Fernübertragung in Rechnung gesetzt werden. Man kann auch heute annehmen, daß bei einer Benutzungsdauer von mehr als 2500 h und größeren Einzelleistungen die elektrische Übertragung im allgemeinen billiger sein wird als der Kohlentransport**).

Die Betrachtungen über die zukünftige Elektrizitätsversorgung im großen sollen nicht abgeschlossen werden, ohne daß noch einige Bemerkungen über die zukünftige Tarifpolitik hinzugefügt werden mögen. Der Verfasser hat bereits in einer früheren Arbeit***) nachgewiesen, daß die Rentabilität der Elektrizitätswerke im allgemeinen von der Höhe der Strompreise innerhalb bestimmter Grenzen unabhängig ist. Die Erfahrungen im Kriege bestätigen diesen Grundsatz insoferne, als trotz der enormen Preissteigerung, namentlich der Brenn- und Rohmaterialien, die meisten Elektrizitätswerke ihre Stromtarife nur unwesentlich, zumeist um 20 bis 25%, erhöht haben, zum Teile jedoch die früheren Strompreise ungeändert beibehalten haben, ohne daß die Rentabilität eine Verschlechterung erfahren hat. Die Erhöhung der Betriebskosten ist vielfach durch die Verbesserung des Ausnutzungsfaktors, namentlich infolge der rapiden Steigerung des

*) Vgl. Ref. E. u. M. 1918, Seite 255.

**) Mindere Steinkohle von 5000 WE (Kalorien), bei einem Ausnutzungsfaktor von 20 bis 25% des Werkes angenommen.

*) Vgl. auch Seeliger, E. u. M. 1918, Seite 285.

**) Vgl. Klingenberg, E. T. Z. 1912, Seite 814; vgl. ferner Loß. E. u. M. 1918, Seite 89.

***) E. u. M. 1917, Seite 105.

Digitized by Google

Kraftverbrauches ausgeglichen worden; es muß neben den Interessen der Großabnehmer auch dem wachsenden Strombedürfnis der Kleinabnehmer Rechnung getragen werden*).

Die im vorstehenden angeführten statistischen Ergebnisse und schätzungsweisen Zahlenwerte sollen kein starres Bild des zukünftigen Elektrizitätswirtschaftsplanes darstellen, sondern lediglich den Rahmen und die Richtlinien angeben, innerhalb deren sich die einheitliche Elektrizitätsversorgung im großen zu vollziehen hätte. Es wurde daher von einer tabellarischen und graphischen Darstellung der mitgeteilten Zahlenwerte Abstand genommen. Eine notwendige Voraussetzung des hier zum Ausdruck gebrachten Endzieles ist die Zusammenfassung und Heranziehung der technischen Arbeit zur Lösung der großen weltwirtschaftlichen Probleme.

Rundschau.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Das Problem der Kondensation in großen Kraftwerken. J. H. Rider. Die Verbilligung der Erzeugungskosten in sehr großen Kraftwerken hängt fast ganz mit dem Kondensations-Problem zusammen. Die Erhaltung hoher Vakua ist für die Dampf- und Brennstoffökonomie äußerst wichtig. Andererseits bedarf ein hohes Vakuum große Quantitäten von Kondensationswasser. Der Verfasser zeigt den Einfluß des Vakuums an dem Beispiel eines Kraftwerkes für eine Leistung von 200 000 kW, welches bei einem Belastungsfaktor von 60% einen jährlichen Kohlenverbrauch von zirka 756 000 t aufweist. Die Erhaltung eines hohen Vakuums ist für die Dampf- und Brennstoffökonomie Hauptbedingung. Eine Verminderung des Vakuums von 736 mm auf 724 mm Quecksilbersäule entspricht einer Dampfverbrauchszunahme um mindestens 3·7%, bezw. einem Mehrverbrauch an Kohle von 28 000 t pro Jahr. Für ein Vakuum von 736 mm Quecksilbersäule ist die 70fache Dampfmenge an Kondensationswasser von einer Temperatur von 13° C erforderlich. Dies macht für das oben genannte Kraftwerk bei Vollast 66·15 Mill. l und bei einem Belastungsfaktor von 60% 39·69 Mill. l Wasser pro h. Das in einem Kondensator beliebiger Bauart erhaltene Vakuum hängt in erster Linie von der Eintrittstemperatur und erst in weiterer Folge von der Menge des Kondensationswassers ab. Derart große Mengen von Kondensationswasser, dessen ein großes Kraftwerk von zum Beispiel der oben genannten Leistung bedarf, können übrigens nur aus einem Flusse, einer Stauanlage oder einem künstlichen oder natürlichen See oder Teich beschafft werden. Ist ein Fluß zur Wasserversorgung vorhanden, so soll von demselben ein Kanal von mindestens 3 m Tiefe in das Kraftwerk geführt werden, in welchen die Saugrohre der Frischwasserpumpen für das Kondensationswasser einmünden gelassen werden. Hat das Flußwasser eine Temperatur von 16° C und wird die 70fache Dampfmenge als Kondensationswassermenge verwendet, so wird ein Vakuum von 725 mm Quecksilbersäule erhalten, bei einer Temperatur des Austrittswassers von 25° C. Da Kühltürme das Wasser nur durch freie Verdampfung abkühlen, so geht hiebei ungefähr 2% des gesamten zirkulierenden Wassers verloren, welches anderweitig beschafft werden muß. Dies macht bei einem Kraftwerk der oben angenommenen Leistung einen stündlichen Bedarf von 792 000 l Wasser aus. Dieser Bedarf ist aus den städtischen Wasserleitungen nicht zu beschaffen. Da jedoch das Kondensationswasser nicht die Eigenschaften des Trinkwassers besitzen muß, so ist jedes beliebige Wasser zu verwenden, sofern es nicht säurehaltig ist und chemische Bestandteile schädlicher Natur enthält. So können beispielsweise gereinigte Abwässer, Grubenwässer u. dgl. in gewissen Fällen als Ergänzungswasser verwendet werden**). Im übrigen sind Kühltürme nur für kleine und mittlere Kraftwerke bis höchstens 50 000 kW Leistung vorteilhaft, da sonst sowohl die Anlage- und Erhaltungskosten zu bedeutend sind und die von ihnen bedeckte Bodenfläche zu groß wird.

(The Electrician, London, 81, Nr. 9, 1918.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Schaltungen und Regulierungen von Quecksilberdampf-Gleichrichtern bespricht B. B. Schäfer. Einleitend weist er darauf hin, daß die Gleichrichter A.-G. Glarus Einheitsapparate für 250 und 500 A Gleichstrom bei 110 bis 800 V Gleichstromspannung ausführt. Die häufig vorkommenden Leistungen von 1000 kW können so mit wenigen Apparaten bewältigt werden. Die gleichmäßige Verteilung der Belastung auf mehrere parallel arbeitende Gleichrichter ist gesichert, wenn jedem Gleichrichter ein Transformator zugeordnet ist. Es kann auch ein Transformator für alle Gleichrichter dienen, doch müssen getrennte Sekundärwicklungen vorhanden sein, deren jede mit einem der Gleichrichter verbunden wird. Dient ein normaler Transformator für den Anschluß aller Gleichrichter, so müssen Drosselspulen zwischen Transformator und Gleichrichter geschaltet werden. Die Drosselspulen erhalten dann eine zusätzliche Wicklung, diese sind dann alle untereinander in Reihe verbunden oder jede zusätzliche Wicklung ist in sich kurzgeschlossen. Der Spannungsabfall zwischen Leerlauf und Vollast wird bei diesen Schaltungen auf 6 bis 10% herabgesetzt. Natürlich wird für alle sechs Phasen eine Drosselspule verwendet mit 3 Kernen. Der Wirkungsgrad wird durch die Drosselspule nur 1% der cos φ, der normal 90 bis 98% beträgt, wird um 3 bis 5% herabgesetzt.

Zur Regelung der Spannung gleichstromseitig kann man die aufgedrückte Wechselspannung ändern, entweder durch Anzapfungen am Transformator oder durch einen Zusatztransformator oder einen Drehtransformator. Bei Ladestationen für 10 bis 20 kW, wo es sich nur um die Begrenzung des Ladestromes handelt, empfiehlt der Verfasser die Spannung durch Drosselspulen mit Tauchkern zu regeln. Wenn man die vorher für die Parallelschaltung dienenden Anodendrosselspulen wie Zusatztransformatoren ausbildet, deren Sekundäre wie üblich den Anoden vorgeschaltet werden, während die Primären in Zu- oder Gegenschaltung an den Haupttransformator angeschlossen sind, so können zwei Spannungsstufen und durch Kurzschluß der Primären eine zwischen beiden liegende dritte Spannungsstufe eingestellt werden. Durch den Haupttransformator können gewöhnlich zwei Spannungen im Verhältnis 1:2 erzielt werden, so daß man im ganzen fünf Stufen erhält. Will man mit der Belastung eine zunehmende Gleichspannung erzielen, so schaltet man der Erregerwicklung des Zusatztransformators eine Drosselspule vor, die eine vom Gleichstrom durchflossene Hauptstromspule erhält. (E. T. Z. 39, Heft 33, 1918.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die neuen Lokomotiven der New York, New Haven & Hartford Rd. Diese Bahn war bekanntlich die erste Vollbahn, die mit einphasigem Wechselstrom betrieben worden ist. 1907 wurde die Linie nach Stamford, 1912 die Abzweigung an den Harlem eingerichtet und 1914 die Erweiterung nach New Haven. Es sind nunmehr 20 Personenzug- und 12 Güterzuglokomotiven erforderlich. Die ersteren müssen 12 Pullmannwagen von 800 t Gewicht, auf einer Steigung von 7·2‰ fördern. Mit Rücksicht auf die Viadukte der New Yorker Hochbahn darf bei den Lokomotiven mit vier Achsen die maximale Belastung 21·5 t pro Achse und bei den sechsachsigen 18·5 t pro Achse nicht überschreiten. Die fünf neuen Lokomotiven wiegen 164 t. Sie unterscheiden sich von den alten dadurch, daß pro Drehgestell eine Triebachse und eine Laufachse hinzutreten.

Einige wichtige Daten über die neuen Lokomotiven enthält die nachstehende Tabelle:

	Neue Lokomotive	Alte Lokomotive
Gewicht des mechanischen Teiles, t	85	56
„ „ elektrischen „ t	73	52
„ „ Dampfkessels u. Zubehör, t	6	—
Gesamtgewicht, t	164	108
Gewicht pro Motorachse, t	18·5	20·5
Gesamtlänge, m	21·031	15·240
Durchmesser der Motorräder, m	1·6	1·6
„ „ Laufräder, m	0·914	0·914
Einstündige Leistung, PS	2585	1725
Dauerleistung, PS	2055	1370
Größte Geschwindigkeit, km	112·6	88·5
Zugkraft, einstündig, kg	9500	8000
„ dauernd, kg	6500	5500

Die Motoren sind in Gruppen zu drei in Reihe gelegt. Die Abb. 1 zeigt die Anordnung der Motoren; sie werden direkt vom Lokomotivrahmen getragen und wirken durch ein einfaches Vorgelege auf einen die Triebachse mit Spiel umgebenden Hohlzylinder. Dieser ist mit den Triebrädern durch sechs starke Schraubenfedern verbunden, die einerseits an den Radspeichen, anderer-

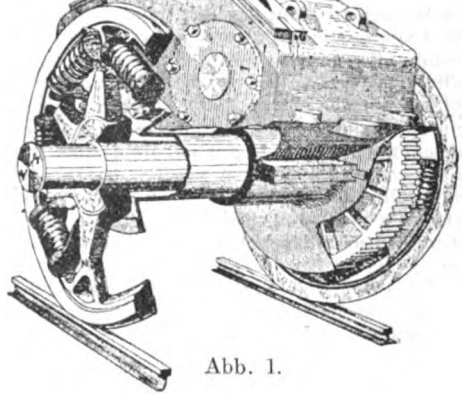


Abb. 1.

*) Vgl. E. u. M. 1913, Seite 573.
**) Vgl. E. u. 1917, Seite 96, 376.

Digitized by Google

seits an einem Ansatz des Hohlzylinders angreifen. Der Drehzapfen eines jeden Drehgestells ist zwischen der ersten und zweiten Motorachse gelagert. Die Zugkraft wird an den beiden Drehgestellen durch eine Kuppelstange übertragen. Zwei elektrische Ventilatoren im Innern der Lokomotive sorgen für die Durchlüftung der Transformatoren. Ein Dampfkessel liefert den zur Heizung des Zuges nötigen Dampf.
(L'Industrie electrique, 25. Juni 1918.)

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über die Kreisgebiete im elektromagnetischen Felde eines Hertzschen und eines Abrahamschen Erregers. P. Caspar. Bei seinen Untersuchungen über das elektrische Feld in der Nähe eines geradlinigen Erregers hat H. Hertz experimentell festgestellt, daß in zirka 2 m Entfernung vom Erreger die Angabe einer bestimmten Kraftrichtung unmöglich wird. Da der Endpunkt des Vektors der elektrischen Kraft im Felde eines Oszillators im allgemeinen während einer Schwingung eine Ellipse durchläuft, weist das Nichtvorhandensein einer überwiegenden Kraftrichtung an gewissen Stellen darauf hin, daß dort die Ellipse in einen Kreis übergeht. Die Gesamtheit der Stellen, an denen dies auftritt, nennt man „Kreisgebiet" im Felde des Erregers. Die Aufstellung der analytischen Bedingungen für die Existenz solcher Kreisgebiete zeigt, daß dieselben in der Hertzschen Theorie des elektrischen Dipols nicht erfüllt sind. Zur Klärung der Frage, wieso trotzdem von Hertz solche Kreisgebiete experimentell beobachtet werden konnten, hat der Verfasser die Verteilung der Amplituden und Phasen, sowie die Lage und Form der Schwingungsellipsen sowohl für das Feld eines Hertzschen Dipols als auch für das des Abrahamschen stabförmigen Erregers untersucht.

Unter Zugrundelegung eines Hertzschen Erregers von 1·4 m Länge und einer Wellenlänge von zirka 9·4 m ergibt sich, daß von dem Punkte $r = 1{\cdot}7$ m, $\vartheta = 75^0$ ausgehend, ein streifenförmiges Gebiet parallel zur Erregerachse sich entlang zieht, in dem Ellipsen mit angenäherter Kreisform (Achsenverhältnis zwischen 1 und 2) existieren. Dieses Gebiet dürfte mit den vom Hertz gefundenen Stellen undeutlicher Kraftrichtung identisch sein. Außerdem findet sich noch ein angenähertes Kreisgebiet in großer Entfernung vom Erreger.

Die Untersuchung des Abrahamschen stabförmigen Erregers zeigt, daß in dessen Felde wirkliche Kreispunkte vorkommen, und zwar liegen diese Kreispunkte in einer Linie, die sich ähnlich wie der Streifen beim Hertzschen Erreger parallel zur Erregerachse hinzieht. In größerer Entfernung besteht zwischen dem Hertzschen und dem Abrahamschen Erreger vollkommene Übereinstimmung.
(Jahrbuch drahtlose Telegr., Bd. 13, H. 2.)

Chronik.

Die Brennkrafttechnische Gesellschaft hat im Sommer d. J. ihre erste Hauptversammlung in Berlin abgehalten*). Aus dem Bericht des Vorstandes heben wir im Nachstehenden das Wesentliche aus den Ausführungen des Schriftführers Geh. Reg.-Rat Gentsch hervor.

Wenn wir irgend einen Brennstoff verbrennen, so erhalten wir ein Wärmegefälle, aus dem wir Wärme schöpfen, um sie als solche ohne weiteres zu verwerten oder um sie in mechanische Arbeit umzubilden. So einfach diese Vorgänge klingen, so zahlreiche Fragen lösen sie aus, deren einwandfreie Beantwortung mehr als je Bedürfnis der Allgemeinheit geworden ist. Denn die genaue Kenntnis der Zündung und Verbrennung der großen Reihe von Brenngemischen, der physikalischen und chemischen Eigenschaften ihrer Verbrennungsprodukte, der Verbrennungstemperaturen und anderer Dinge mehr gibt erst die volle Sicherheit in der Beurteilung der Verwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten der Brennstoffe überhaupt, und diese Beurteilung kann sich folgerichtig auf den Arbeiten der Brennkrafttechnischen Gesellschaft aufbauen, sie fällt in den Arbeitsbereich der letzteren. Nun weiß aber die Fachwelt, daß wir vorderhand nicht mit festen, sondern nur mit schwankenden Werten rechnen können, daß manche Werte infolge geänderter Anschauung unsicher geworden sind, daß aber auch die Zahl der Brennstoffe und namentlich der Brenngemische durch die obwaltenden Verhältnisse und den Erfindergeist außerordentlich gesteigert worden ist und sich ständig erhöht. So erwachsen immer neue Aufgaben, deren Lösungen als Ergebnisse wissenschaftlicher Forschungen Allgemeingut der deutschen Industrie werden können. Damit soll ausgesprochen werden, daß die Arbeiten der Brennkrafttechnischen Gesellschaft Spitzen gegen berechtigte Interessen nicht haben können, daß mithin ein Boden gefunden ist, auf dem ein Zusammenschluß sonst wirtschaftlich auseinanderfallender Kreise ohne Schaden für die Freiheit ihres Handelns recht wohl denkbar ist. Zwischen den Erzeugern — den Kohlenzechen, Kokswerken, Erdölgesellschaften und den mannigfachen Verbrauchern — den Kraftwerken, Heizanlagen, Beförderungsmitteln — schlägt die Wissenschaft Brücken und sie wird ihre Kräfte mit um so mehr Erfolg in den Dienst der Sache stellen können, je mehr Bewegungsfreiheit sie durch ausreichende Geldmittel erhält. Große Mittel sind ja auf dem Arbeitsgebiet der Gesellschaft erforderlich. Wenn aber weite Kreise sich an der Aufbringung der Mittel beteiligen und eine uneigennützig handelnde Stelle, als welche die Brennkrafttechnische Gesellschaft gelten will, die Zuwendungen zweckentsprechend verteilt, so muß nicht allein eine starke Entlastung des einzelnen erfolgen, sondern es werden auch Kräfte und Mittel zur Schaffung von Verkaufwerten frei. Die harte Faust des Krieges, die so schwere Wunden geschlagen hat, zwingt uns aus den Bodenschätzen herauszuholen, was irgend möglich ist, und die tunlichst restlose Ausbeute des Wertstoffinhaltes unserer Brennstoffe wird zur Richtschnur bei der Bewirtschaftung eines überaus wichtigen Teiles unseres Nationalvermögens werden müssen. Zwar ist neuerdings der Nachweis angetreten worden, daß wir an die Stelle der Verbrennung der Rohkohle auf dem Roste mit anschließender Verausgabung der Wärmeenergie auf dem Wege über die Dampfturbine wenigstens bei der Krafterzeugung wirtschaftlich Besseres nicht zu setzen vermögen. Dennoch hat die Ansicht, daß es bei dem bisher eingeschlagenen Verfahren sein Bewenden nicht haben könne, Volkstümlichkeit erlangt, und der Ruf nach Zerlegung der Kohle, um aus ihrem Wertstoffinhalt erhöhten Nutzen zu ziehen, geht wie eine Losung durchs Land. Der Erfindergeist hat denn auch eine Reihe neuer Verfahren geschaffen, deren Lebensfähigkeit aber durchweg an Bedingungen geknüpft ist, die zu erfüllen weder in der Macht des einzelnen, noch in der großer Werke und Verbände liegt, weil sie auf Maßnahmen hinauslaufen, die ausschließlich in den Machtbereich der Regierung fallen. In der Tat dürfte die in Aussicht stehende Neuordnung der Dinge eine allgemeine Bewirtschaftung unserer Brennstoffvorräte einbegreifen, bei der notwendigerweise die Regierung die ausschlaggebende Rolle spielen muß. Die Regierung hat denn auch den Beitritt des Reiches zur Brennkrafttechnischen Gesellschaft vollzogen. Die Satzungen sind dahin abgeändert worden, daß die Hauptversammlung für die Folge den Hauptausschuß und dieser aus seiner Mitte den Vorstand wählt, der die allgemeinen Geschäfte leitet und für den Fortgang der Arbeiten sorgt. Der Hauptausschuß bildet danach den Grundpfeiler der Organisation; er trägt insbesondere die von ihm eingesetzten Fachausschüsse. Die Einrichtung hat sich bereits praktisch bewährt.

Der Hauptausschuß hat folgende Fachausschüsse eingesetzt:

Die Regierung hat auf Anregung von Prof. Nernst Unterlagen für die Beurteilung der Frage eingefordert, inwieweit nach dem gegenwärtigen Stande der Technik die unmittelbare Verfeuerung der Kohle als unwirtschaftlich bezeichnet und durch andere Verwertungsmethoden ersetzt werden muß, wenn man dem Grundsatz einer Verwendung der heimischen Rohstoffe mit möglichst hohem Nutzeffekt Rechnung tragen will. Zur Bearbeitung der Angelegenheit wurde ein Fachausschuß eingesetzt, der sich aus Sondersachverständigen zusammensetzen wird. Auch die die Gegenwart fesselnde Frage des Tieftemperaturteers oder Halbkoks soll durch einen Fachausschuß einer gründlichen Prüfung unterzogen werden. Über den Ausschuß für Erdöl und seine Derivate ist zu berichten, daß angeregt wurde, die Gesellschaft möge Ermittlungen über die wirtschaftlich günstigste und für die Verbraucher zweckmäßigste Verwertung der aus Rumänien und Rußland nach Deutschland abzuführenden Erdöle anstellen. Solche Feststellungen müßten wertvolle Grundlagen für diejenigen Stellen sein, welche für die Gewinnung, Verarbeitung und Verteilung des Erdöls zuständig sind oder sein werden. Die Anregung zur Bildung von Fachausschüssen für Benzol- und Benzinmaschinen ist von der Deutschen Benzolvereinigung ausgegangen und diejenige für Gießereifeuerungen einem Gedankenaustausch mit dem Verein Deutscher Eisengießereien entsprungen. Um die Brennstoffe zum Nutzen und Frommen der Allgemeinheit verwerten zu können, ist es notwendig, sie nach ihren Mengen festzustellen und nach ihren Eigenschaften zu sichten. Diese umfangreichen Arbeiten werden einem Fachausschuß für allgemeine Brennstoffstatistik zufallen, nachdem weitgehende Vorarbeiten hiezu bereits geleistet worden sind. Andererseits müssen aber auch die Bedürfnisse und Wandlungsmöglichkeiten auf den so mannigfaltigen Verwendungsgebieten eingehend geprüft werden, und diese Arbeiten werden Sondersachverständige tunlichst gemeinsam mit bestehenden Fachorganisationen erledigen.

An diese Ausführungen schloß sich eine Reihe von Vorträgen an, und zwar von Prof. Dr. Franz Fischer über den Stand der Kohlenforschung, Ober-Ing. Kayser über die Flammenentwicklung in der Verbrennungsmaschine, Prof. Dr.-Ing. R. Schöttler über die Entwicklung der Großgasmaschine, Direktor Dipl. Ing. Kreyssig über die Wärmewirtschaft bei der Erzeugung elektrischer und mechanischer Arbeit und Prof. Kutzbach über die Brennstoffprobleme des Flugmotors.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Seite 110.

Digitized by Google

Die Entscheidung über die Drucklegung dieser Vorträge wurde ausgesetzt. Die zeitweiligen Veröffentlichungen sollen bei Wilhelm Knapp in Halle erscheinen. Dort werden auch die „Mitteilungen der Brennkrafttechnischen Gesellschaft" verlegt, deren Nr. 1 der vorstehende Bericht entnommen ist.

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Regulireinrichtungen.

Regulierung von Transformatoren.

(Fortsetzung von Heft 44, Seite 496.)

Da beim Einschalten von Transformatoren Überspannungen auftreten, ist vorgeschlagen worden, die Einschaltung über einen Widerstand vorzunehmen. Eine für den Leistungstransformator von Einphasenbahn-Fahrzeugen geeignete Einrichtung dieser Art wird von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft angegeben. Der Schutzwiderstand wird dabei durch einen besonderen Hilfsschalter betätigt, der automatisch von der am Transformator liegenden Spannung beherrscht wird. Wird der Hauptschalter eingelegt, so erhält der Transformator Spannung und hierauf — durch eine Dämpfung verzögert — schließt der Hilfsschalter den Vorschaltwiderstand kurz. Verschwindet die Spannung am Transformator, so öffnet der Hilfsschalter und legt den Widerstand wieder ein, ohne daß der Transformator ausgeschaltet wird. Beim Abschalten des letzteren von Hand aus wird durch eine Verriegelung bewirkt, daß zuerst der Schutzwiderstand eingeschaltet und dann der Transformator abgeschaltet wird. (D. R. P. Nr. 287 245.)

Zur Spannungsregelung in Ein- und Mehrphasennetzen verwendet man bekanntlich Regeltransformatoren mit Anzapfpunkten, deren Anzahl mit der erforderlichen Feinheit der Regelung anwächst; die Unterbringung vieler Kontakte macht Schwierigkeiten. Diese zu beheben, ist der Zweck der erfindungsgemäßen Anordnung der Siemens-Schuckert-Werke, die Abb. 23 zeigt. w_1, w_2, w_3 sind die drei sekundären Phasen des Regeltransformators, die Netzleitungen x y z sollen an die Anzapfpunkte angelegt werden; diese sind staffelartig angeordnet. Die niedrigste Spannung erhält man, wenn das Netz an den Punkten a b c liegt, für die nächste höhere Stufe wird Anschluß x von a nach d verschoben, für die zweite wird y von b nach e verlegt, endlich z von c nach f, hierauf x von d nach g usw. in zyklischer Reihenfolge. Für n Phasen und m Stufen sind somit nicht mehr — wie früher — $n \cdot m$ Anzapfungen, sondern $n + (m - 1)$ Anzapfungen erforderlich. Die dabei auftretende ungleichmäßige Belastung kann durch eine Phasenmischung primär oder sekundär vermieden werden. (Ö. P. Nr. 72 571.)

Beim Übergang des beweglichen Schaltgliedes von einer Stufe auf die nächste unter Strom sind die Kontakte der Verbrennung ausgesetzt. Dies kann dadurch verhindert werden, daß man den Schalter vor dem Öffnen von Strom entlastet und den Strom auf einen parallel liegenden Schalter drängt. Das von der genannten Firma hiezu verwendete erfindungsgemäße Mittel besteht in der Anordnung von Glühkathodenröhren in Reihe mit den Schaltkontakten. Diese Röhren führen bekanntlich nur Strom (in einer Richtung), wenn die Kathode sich im glühenden Zustand befindet. Die Einrichtung ist nun so getroffen, daß der Schalthebel, der einen Stufenkontakt öffnet, vorher den Heizstrom für die Glühkathode der dem Kontakte vorgeschalteten Glühkathodenröhre öffnet; damit wird der Stromweg über den Schalterkontakt unterbrochen, bevor der Schalter in die Offenstellung gelangt. (D. R. P. Nr. 301 596.)

Im D. R. P. Nr. 261 963*) hat die Firma eine Schalteinrichtung zum Regeln der Spannung von Stufentransformatoren geschützt, bei der die Schenkelwicklungen einer im Stern geschalteten Überschalt-Drosselspule an den Anzapfpunkten des Regeltransformators entlang wandern. Die Zahl der erforderlichen Anzapfungen a des Transformators ergibt sich aus der Zahl der Schaltstufen s und der Schenkelzahl z der Drosselspule mit $a = s + z - 1$. Sie kann nach einer Zusatzerfindung beträchtlich dadurch vermindert werden, daß man an eine Anzapfung sämtliche Schenkel der Drosselspule parallel anlegt; dann wird $a = \frac{s-1}{z} + 1$. Die Anzahl der erforderlichen Schalter wird dadurch nicht verringert, sie beträgt $s + z - 1$, weil jedem Schenkel der Drosselspule, mit dem die Drosselspule an den Transformator angeschlossen wird, ein Schalter zukommt, der sich an dieselbe Anzapfung anlegt wie die Schalter der anderen Schenkelwindung. Wenn man aber die Parallelschaltung der Drosselspulenschenkel durch eigene Schalter vornimmt, die die Schenkelwindungen unmittelbar parallel legen, so kann man naturgemäß dadurch die Zahl der Stufenschalter vermindern; diese Schalter sind viel kleiner als die Stufenschalter, weil sie einen kleineren Strom führen. Die Zahl der Stufenschalter wird dadurch vermindert auf $\frac{s-1}{z} + z$. Zwischenschaltstufen zur feineren Spannungsregelung erhält man dadurch, daß einer der Schenkel der Drosselspule an mehrere Hilfsanzapfpunkte des Transformators liegt, die den Hauptanzapfpunkten benachbart sind. Eine weitere feinstufige Unterteilung kann man dadurch erzielen, daß man die Windungszahl der Drosselspulenschenkel von einander verschieden macht, oder daß die Windungszahl eines Schenkels regelbar gemacht ist.
(D. R. P. Nr. 271 990, 271 991, 301 175, 305 209.)

*) E. u. M. 1913, Seite 1009.

Die von der A. E. G.-Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien angegebene Spannungsregelung mit Stufentransformatoren ohne Leistungsunterbrechung zeigt Abb. 24. Es wird

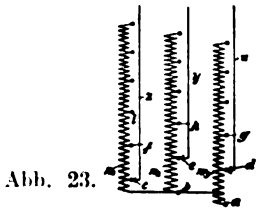


Abb. 23.

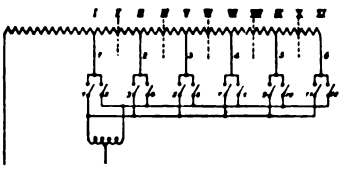
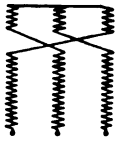


Abb. 24.



dabei eine Überschaltdrosselspule verwendet, deren Endpunkte an benachbarte Anzapfungen 1, 2 angelegt werden, während der Belastungsstrom von der Mitte der Drossel abgeführt wird. Eine Verdoppelung der Stufenzahl ohne Vermehrung der Anzapfungen kann man dadurch erzielen, daß man beide Endpunkte der Drosselspule an die gleichen Anzapfungen legt. Schalter 1 und 2 geben die Stufe *I*, Schalter 2 und 3 die Stufe *II*, Schalter 3 und 4 die Stufe *III* usw. (Ö. P. Nr. 74 261.)

Auch bei der von der Bergmann Elektricitäts-Werke A. G. in Berlin angegebenen Schaltung für Stufentransformatoren wird eine mehrschenkelige Drosselspule in Sternschaltung verwendet. Erfindungsgemäß wird jede der in einer Stromverzweigung liegenden Drosselspulenwicklungen auf mindestens zwei Schenkel der Spule verteilt; dadurch soll eine gleichmäßige Verteilung des Stromes auf die einzelnen Zweige der Drosselspule erzielt werden.
(D. R. P. Nr. 295 580.)

Sicherheitseinrichtungen für Wechselstrom- und Drehstromanlagen.

Die Sicherung elektrischer Kraftübertragungsanlagen bei Störungen in der Fernleitung durch Leitungsdefekte ist vielfach in der neuesten Patentliteratur vertreten. Es ist üblich, das Netz in Teilstrecken zu unterteilen, die bei Störungen innerhalb der Teilstrecke abgeschaltet werden. Hiezu dienen Kontrolleiter, die nahe den Hauptleitern oder im Inneren derselben angeordnet sind und bei Störungen die die Hauptleiter abschaltenden Schaltapparate betätigen. Martin Höchstädter in Charlottenburg schlägt vor, diese Kontrollleiter entsprechend den Hauptleitern in Teilstrecken zu unterteilen und sie an den Streckenenden an die zugehörigen Hauptleiter anzuschließen. Infolge elektrischer oder elektromagnetischer Beeinflussung der Kontrollteilstrecken von seiten der zugehörigen Hauptleitung werden nun Strom- und Potentialverlauf längs einer Kontrollstrecke derart gegenüber dem diesbezüglichen Zustand der zugehörigen Hauptleitung verändert, daß im Kontrolleiter bei normalem Betrieb ein vom jeweiligen Belastungszustand des Hauptleiters unabhängiger Gleichgewichtszustand hervorgerufen wird, bei dem Schaltorgane in normaler Betriebslage verbleiben. Bei einem Fehler in der betroffenen Teilstrecke wird dieser normale Gleichgewichtszustand gestört, mithin werden die Schaltorgane durch Änderung des Stromflusses betätigt und die Teilstrecke schon beim Entstehen des Fehlers vom Netz abgetrennt. Es kann der Kontrollstromkreis auch vollkommen von dem zu kontrollierenden Hauptleiter isoliert werden, so daß er auch an dessen Spannungsabfall nicht teilnimmt, was eine genauere Einstellung der Schaltapparate ermöglicht. Die im Felde des Hauptleiters liegenden Kontrolleiter werden dann zu einem in sich geschlossenen Stromkreis zusammengelegt, der auf die normalen Betriebsverhältnisse abgestimmt ist. Ist der Hauptleiter ein blankes Leiterseil, so wird der Kontrolleiter isoliert in den stromführenden Teil des Seiles eingebettet.
(D. R. P. Nr. 290 735, 291 205, 290 591.)

Bei einem anderen, bekannten Sicherheitssystem für Fernleitungen (Kabel) wird die zu schützende Leitung in zwei Hälften unterteilt und die Gleichheit der Stromstärken in beiden Teilen überwacht. Bei einer Störung in der Leitung treten Differenzen im Strom der beiden Teile auf, die die Abschaltung der Leitung bewirken. Wenn aber an der Störungsstelle die beiden parallelen Leitungsteile zusammenschweißen, wie das manchmal vorkommt, so kann sich eine solche Stromdifferenz nicht ausbilden. Man schaltet daher an beiden Leitungsenden zweckmäßig bemessene Widerstände ein, die nach der Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke so zu liegen kommen, daß an keiner Stelle der Schutzstrecke der Potentialunterschied der parallel geschalteten Leitungselemente Null wird. Zum Beispiel wird ein solcher Widerstand am einen Ende der Teilstrecke in die eine der beiden Leitungen, ein zweiter Widerstand am anderen Ende in die zweite Leitung eingeschaltet. Dann kommt auch beim Zusammenschweißen beider Leitungsteile ein Potentialunterschied zustande.
(Ö. P. Nr. 73 765.)

Der Nachteil des eingangs angeführten Systems der Kontrolleiter, daß sie von der gleichen Länge der Hauptleiter sein müssen, sucht die Firma durch eine Schutzschaltung zu vermeiden, für den Fall, daß an die durch Trennschalter getrennten Teilstrecken des Leitungssystems Transformatoren in Sternschaltung mit geerdetem Nullpunkt angeschlossen sind. Die Trennschalter an den Enden der Teilstrecke werden durch einen Auslöseapparat betätigt, der unter dem Einfluß von Stromtransformatoren an den beiden Enden der Teilstrecke steht. Die Fehlerströme, die die Auslöseapparate beeinflussen, durchfließen die Transformatorwicklungen. Der Einfluß

Digitized by Google

ungleichmäßiger Belastung im Leitungssystem auf die Auslöseapparate wird durch Zickzackschaltung der Transformatoren aufgehoben. (D. R. P. Nr. 292 049.)

Auch bei dem an zweiter Stelle genannten Parallelschaltungssystem kann man nach einer Erfindung der Firma die langen Kontrollleiter entbehren. In jeden Leitungsstrang werden an beiden Enden hinter den Trennschaltern Transformatoren eingebaut. Die an der Seite der Trennschalter liegenden Transformatorenwicklungen sind in Stern geschaltet, die jeweilig andere Wicklung in Zickzackschaltung mit geerdetem Nullpunkt. Der Auslöseapparat für jeden Trennschalter ist in die Nullpunktserdleitung eingeschaltet. (D. R. P. Nr. 292 146.)

Eine andere, besonders für Ringleitungen geeignete Ausführungsform des Parallelschaltungssystems, das die Firma angibt, besteht darin, die beiden Hauptleiter, in die das Leitungssystem unterteilt ist, an den Knotenpunkten über je einen Schalter zu verbinden. Der Schalter wird von einem Relais betätigt, das unter dem Einfluß der Ströme in beiden Hauptleiterteilen steht. Tritt in einem der Leiter der Teilstrecke ein Fehler auf, so öffnet das Relais den Verbindungsschalter im Knotenpunkt, hierauf trennt der automatische Überstromausschalter am Ende der Teilstrecke die fehlerhafte Teilstrecke ab. (D. R. P. Nr. 302 718.)

Bei dem von den Bergmann Elektrizitäts-Werken A. G. in Berlin angegebenen Sicherheitssystem erfolgt die Auslösung der die Teilstrecken begrenzenden Trennschalter wie üblich durch den Spannungsrückgang bei dem durch einen Kurzschluß verursachten Überstrom; hiedurch wird der dem Fehler benachbarte Schalter sicher geöffnet, aber auch der folgende, nach der gesunden Strecke zu liegende. Erfindungsgemäß werden hiebei aber die nach gesunden Teilstrecken zu liegenden Schalter durch die in den gesunden Teilstrecken nach Abschalten der fehlerhaften anwachsende Spannung wieder eingeschaltet. Zu diesem Zweck wird der Trennschalter mit Kontakten versehen, durch die ein Einschaltstromkreis für den Trennschalter der gesunden Strecke geschlossen wird. (D. R. P. Nr. 303 446.)

Zum Schutze von Drehstromleitungen bei Leitungsbruch werden nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft an beiden Enden der Leitung je drei nach Art von Wattmetern wirkende Relais eingebaut. Jedes der drei Geräte ist an eine Phase angeschlossen. Die Relais sprechen auf Ungleichheiten in der Belastung an und überwachen Phasenmelder, selbsttätige Ausschalter oder beides. (D. R. P. Nr. 304 007.)

Bei der von der Dr. Paul Meyer Akt.-Ges. in Berlin angegebenen Schutzeinrichtung für elektrische Netze wird die Aufgabe, nur den kranken Teil des Netzes herauszuschneiden, den gesunden aber im Betrieb zu lassen, nach einem neuen Grundgedanken gelöst. Der zu sichernde Strang wird nach der Nennstromstärke der anstoßenden Stränge gesichert, derart, daß seine Ausschaltung erfolgt, wenn die Stromstärke in ihm die algebraische Summe der Nennstromstärken der anstoßenden Leitungsstränge überschreitet; für die Bildung dieser Summe werden nur die Energiezuleitungen berücksichtigt. (D. R. P. Nr. 295 356.)

Bei einer anderen Schutzanordnung der Firma sollen Kurzschlüsse oder Erdschlüsse nur dann einen Netzteil ausschalten, wenn der Strom plötzlich sprunghaft ansteigt, beim langsamen Stromanstieg soll die Ausschaltung nicht erfolgen. Dies wird dadurch erreicht, daß der Kern eines Maximalrelais über eine Feder an einem Wagebalken hängt; bei normalem oder langsam ansteigendem Strom wird die Feder nicht gedehnt, sondern der Kern wird eingezogen. Bei einem übermäßig starken, besser noch plötzlich ansteigenden Strom wird die Feder gereckt und dadurch zwei an den Enden der Feder angebrachte Kontakte in leitende Berührung gebracht. Dadurch und über einen zweiten bei lange dauerndem starkem Strom geschlossenen Kontakt wird die Auslösespule eines den Leitungsstrang abschaltenden Schaltapparates erregt. Es empfiehlt sich, eine Auswahl der öffnenden Schalter dadurch zu treffen, daß man eine von der Netzspannung am Punkt des Schalters abhängige Verzögerung verwendet. Man ordnet im Stromkreis der Auslösespule nebst den beiden vorgenannten Kontakten noch einen dritten Kontakt ein, der von einem gedämpften Nullspannungsrelais beim Verlust der Spannung geschlossen wird. (D. R. P. Nr. 295 762.)

Bei dem Sicherungssystem der Voigt & Haeffner Akt.-Ges. in Frankfurt a. M. soll nicht Überstrom bei Kurzschluß zum Auslösen der Schalter führen, sondern es soll der Zwang der Auslösung, wenn es sich um mehrere hintereinander geschaltete Schalter handelt, allein durch das Sinken der Spannung gegeben werden. Ein Minimalspannungsrelais löst in jeder Schaltstelle ein Zeitrelais aus, das nach einer eingestellten Zeit die Auslösung des Schalters bewirkt. Die Zeiteinstellung der verschiedenen Zeitrelais wird bei zunehmender Entfernung von der Zentrale verringert, ebenso die Spannungseinstellung der Minimalrelais. (D. R. P. Nr. 299 470.)

Bei der von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft angegebenen Sicherung für mehrphasige Kraftübertragungsanlagen wird die Einrichtung getroffen, daß bei Störungen oder Defekten in einer Phase nicht sämtliche Phasen abgeschaltet werden, sondern nur die fehlerhafte Phase allein; die Kraftübertragung im Netz bleibt also ungestört aufrechterhalten. Jede Phase der Leitung ist so verlegt, daß beim Auftreten eines Fehlers kein Durchschlag nach einer der anderen Phasen erfolgen kann, sondern nur nach einem Körper, der auf der ganzen Länge der Leitung gleichen Potentialabstand von allen Phasen besitzt, gleichsam also zu einem Nulleiter. Zwischen den Transformatorenstationen wird ein besonderer, an den beiden Enden mit dem Neutralpunkt verbundener Leiter verlegt (am einfachsten der Nulleiter), der nach Abschalten einer defekten Phase die Rückleitung des unausgeglichenen Stromes der fehlerfreien Phasen übernimmt, so daß keine einphasige Speisung eintritt. (D. R. P. Nr. 291 647.)

Die Siemens-Schuckertwerke schlagen vor, bei Sicherungseinrichtungen trägheitslose Stromschlußvorrichtungen zum Anschließen der Auslösespulen der Schalter zu verwenden, und zwar solche, bei welchen der Stromschluß durch Ionisation einer Gasstrecke erfolgt. Um die Glimmlichtröhre g (Abb. 25) mit der zylindrischen Anode a und der achsialen Kathode k wird der Strom der zu schützenden Leitung l in Windungen herumgeführt, so daß ein Magnetfeld auftritt. Der Auslösestromkreis s, der das Relais r zum Betätigen des Schalterstromkreises t enthält, ist an Anode und Kathode über eine Gleichspannungsquelle angelegt. Die Spannung der letzteren ist so zu wählen, daß bei dem geforderten Grenzwert des Stromes eine Zündung der Röhre g, mithin Schließen des Stromkreises s auftritt. Die Glimmlichtröhre wird mit einer Überspannungssicherung in Reihe geschaltet, so daß der Auslösestromkreis nur dann geschlossen wird, wenn Ströme mit Überspannung verkettet sind. (D. R. P. Nr. 291 880.)

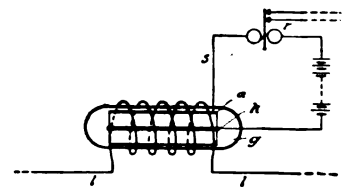


Abb. 25.

(Schluß folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Stellenvermittlung für Elektrotechniker, welche infolge der Demobilisierung ohne Erwerb sind.

Der Vereinsausschuß hat beschlossen, daß die zu Kriegsbeginn geschaffene Stellenvermittlung für Elektrotechniker, welche durch den Kriegsausbruch stellenlos geworden waren, nunmehr für jene Elektrotechniker, welche infolge der Demobilisierung ohne Erwerb sind wieder aufgenommen werden soll.

Wir richten daher neuerlich an die Behörden, an die Unternehmungen, an die städtischen und privaten Elektrizitätswerke sowie an alle Elektrotechniker die dringende Bitte, uns die dauernd oder zeitweilig zu besetzenden Stellen in Bureaux oder Betrieben namhaft zu machen, sowie bei Besetzung von offenen Stellen sich unserer Stellenvermittlung bedienen zu wollen.

Die offenen Stellen und die Stellengesuche werden im Anzeigenteil der Vereinszeitschrift veröffentlicht werden; der Ausweis erfolgt unter fortlaufender Nummernbezeichnung ohne Angabe von Namen und Adressen. Die Stellenvermittlung erfolgt in der Weise, daß den Stellensuchenden die Adresse und die näheren Angaben der unter der angefragten Nummer ausgewiesenen offenen Stelle bekanntgegeben, während bei Anfragen um einen stellensuchenden Bewerber der unter der angefragten Nummer Vorgemerkte zur Offerteinreichung an die anfragende Stelle aufgefordert wird.

Es wird ersucht, bei der Anzeige von offenen Stellen die geforderte Schul- und fachliche Vorbildung, Verwendungsart (ob in Bureau, Werkstätte, Betrieb oder auf Montage), Beschäftigungsort, sowie die Adresse für die einzureichenden Gesuche anzugeben.

Die Stellensuchenden wollen Vor- und Zunamen, Charakter, Alter und Zuständigkeit, Schul- und fachliche Ausbildung, Sprachenkenntnisse, bisherige Anstellungen und Verwendung, letzte Anstellung, angestrebte Stelle und Verwendungsart (ob in Bureau, Werkstätte, Betrieb oder für Montage), sowie Gehaltsansprüche angeben.

Die Veröffentlichung der offenen Stellen und Stellengesuche erfolgt — wenn nicht früher eine Besetzung eintritt — auf die Dauer von sechs Wochen und zwar kostenlos.

Es wird dringend ersucht, die Besetzung von offenen Stellen, sowie die Annahme von Stellen umgehend anzuzeigen, damit gegenstandslos gewordene Ankündigungen vermieden werden.

Alle Anzeigen und Anfragen wollen an das Sekretariat des Elektrotechnischen Vereines in Wien VI, Theobaldgasse 12, gerichtet werden.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
24. November 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 47.
36. Jahrgang.

INHALT:

Zur Theorie des Einschaltstromes. Von Dr techn. Johann Lißner, Wien. 513

Einphasen-Schnellzugslokomotive der preußischen Staatsbahnen. 515
Rundschau 516
Literatur-Bericht. 518

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 519
Vereins-Nachrichten 520

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Zur Theorie des Einschaltstromes.

Von Dr. techn. **Johann Lißner**, Wien.

Neuerlich ist die Frage des Einschaltstromes, insbesondere bei Transformatoren, mehrfach behandelt worden*). Es sei mir gestattet zu diesem Problem einige Bemerkungen vom lediglich wissenschaftlichen Standpunkt aus zu machen.

Wie ich bei früheren Gelegenheiten gezeigt habe**), wird das Verhalten elektrischer Maschinen mit Einschluß der Transformatoren durch Systeme von simultanen Integralgleichungen dargestellt, welche sich unter den folgenden Voraussetzungen:

1. die Stromstärke ist in jedem gegebenen Augenblick an allen Stellen jeder Spule dieselbe,
2. die Wirbelströme, die Hysterese und die Sättigungserscheinungen werden vernachlässigt,

in Systeme simultaner totaler Differentialgleichungen überführen lassen, die unter diesen Voraussetzungen exakt gelten.

Die für den Fall des gleichmäßigen Ganges geltenden partikulären Integrale dieser Differentialgleichungen und die das Verhalten der Maschine veranschaulichenden Diagramme lassen sich, wie ich gezeigt habe, leicht aufstellen***).

Bei den bisherigen Versuchen, das Problem des Einschaltstromes zu behandeln, wurde von Differentialgleichungen ausgegangen und damit die unter 1. und 2. angeführten Voraussetzungen implizit gemacht. Dabei glaubte man stets mit einer Differentialgleichung auskommen zu können, was unzutreffend ist, weil die Vorgänge in elektrischen Maschinen nur durch ein System von mindestens zwei simultanen Differentialgleichungen dargestellt werden, mit Ausnahme von Serienkollektormaschinen, wo tatsächlich eine Differentialgleichung besteht. Schon dieser Fehler, der durch die Konsequenz augenfällig wird, daß durch eine sprungweise Änderung in der Leitung des einen Teiles der Maschine in der Leitung des anderen Teiles hervorgerufene Änderungen unbeachtet bleiben, ist bedenklich. Für einen Transformator mit einer Primär- und einer Sekundärspule beispielsweise gelten unter den obigen Voraussetzungen exakt die Gleichungen:

$$E_1 = r_1 i_1 + \mathfrak{W}_1 \frac{d i_1}{d t} + \mathfrak{V} \frac{d i_2}{d t},$$

$$E_2 = r_2 i_2 + \mathfrak{W}_2 \frac{d i_2}{d t} + \mathfrak{V} \frac{d i_1}{d t},$$

worin E, i, r äußere EMK bezw. Stromstärke und Ohmschen Widerstand der Spulen bezeichnen, der Index 1 für die Größen der Primärspule, der Index 2 für die Größen der Sekundärspule dient und $\mathfrak{W}_1$, $\mathfrak{W}_2$, $\mathfrak{V}$ Konstante des Transformators sind, die als totale Induktionskoeffizienten bezeichnet werden können.

Daraus ergibt sich in der bei der Integration simultaner Differentialgleichungen üblichen Weise, wenn die Ohmschen Widerstände konstant sind:

$$\left.\begin{aligned} r_2 E_1 + \mathfrak{W}_2 \frac{d E_1}{d t} - \mathfrak{V} \frac{d E_2}{d t} &= r_1 r_2 i_1 + \\ + (r_1 \mathfrak{W}_2 + r_2 \mathfrak{W}_1) \frac{d i_1}{d t} &+ (\mathfrak{W}_1 \mathfrak{W}_2 - \mathfrak{V}^2) \frac{d^2 i_1}{d t^2} \\ r_1 E_2 + \mathfrak{W}_1 \frac{d E_2}{d t} - \mathfrak{V} \frac{d E_1}{d t} &= r_1 r_2 i_2 + \\ + (r_1 \mathfrak{W}_2 + r_2 \mathfrak{W}_1) \frac{d i_2}{d t} &+ (\mathfrak{W}_1 \mathfrak{W}_2 - \mathfrak{V}^2) \frac{d^2 i_2}{d t^2} \end{aligned}\right\} \quad 1).$$

Die vollständigen Integrale der Gleichungen 1) lassen sich leicht ermitteln, ihre Diskussion für den Fall sprungweiser Änderungen der r oder E unterliegt keinen Schwierigkeiten. Zu beachten ist, daß, wenngleich $\mathfrak{W}_1 \mathfrak{W}_2 - \mathfrak{V}^2$ gegenüber den übrigen Koeffizienten der Variablen und ihrer Differentialquotienten sehr klein ist, das letzte Glied der rechten Seite der Gleichungen 1) nicht vernachlässigt werden darf. Ich unterlasse es, aus sofort darzulegenden Gründen diese vollständigen Integrale anzugeben und zu diskutieren und begnüge mich damit, darauf hinzuweisen, daß die Gleichungen 1), die, wie gesagt, unter den gemachten Voraussetzungen exakt gelten, sehr verschieden sind und zu ganz anderen Resultaten führen als die bisher (zum Beispiel von Vidmar und Zelewski) benutzten Ausgangsgleichungen. Für Kollektormaschinen ergeben sich der Gleichung 1) sehr ähnliche Differentialgleichungen und daher auch allgemeine Integrale; für kollektorlose Maschinen und Umformer lassen sich die allgemeinen Integrale nicht aufstellen.

Weitaus schwerer wiegend als der eben besprochene Fehler ist der folgende. Die vorstehend unter 1. angeführte Voraussetzung hat zur notwendigen Folge die Vernachlässigung der mit den elektrodynamischen Erregungen koordinierten elektrostatischen Erscheinungen in den Leitern und Isolationen, denn fließt ein Strom von der örtlichen Stärke i auf einem Wege s durch einen Leiter, so ist die koordinierte elektrostatische Erregungsstärke m an der betrachteten Stelle mit der Stromstärke durch folgende Relationen verbunden:

$$\frac{d m}{d t} = \gamma \frac{\partial i}{\partial s}, \quad m = \gamma \int \frac{\partial i}{\partial s} d t, \quad \gamma = 3 \cdot 10^{10} \text{ cm}$$

und nach der Voraussetzung ist $\frac{\partial i}{\partial s} = 0$, daher auch

$$\frac{d m}{d t} = 0.$$

*) Vidmar, E. u. M. 1918, Heft 24; Zelewski, E. u. M. 1918, Heft 38; W. Deutsch, Arch. f. E., Bd. VI, Heft 7.

**) E. u. M. 1917, Heft 22 und 23.

***) E. u. M. 1911, Hefte 22, 31, 32; 1913, Hefte 28, 29 und 47 bis 50; 1915, Heft 13; 1917, Hefte 28, 29 und 30.

Digitized by Google

Nun sind es aber gerade die elektrostatischen Erscheinungen und Vorgänge, welche beim Einschaltstrom besonders wichtig sind, weil sie unter anderem Isolationsdurchschläge hervorrufen können.

Will man die elektrostatischen Erscheinungen berücksichtigen, so muß man von den von mir angegebenen allgemeinen Gleichungen*) ausgehen. Diese sind Integralgleichungen, welche sich exakt nicht weiter behandeln lassen, denn wenn man auch die Vernachlässigung der der Hysterese und den Sättigungserscheinungen analogen Erscheinungen für die Isolation der Bewicklungen noch gelten lassen wollte, und wenn man selbst annehmen wollte, daß die Verteilung der elektrostatischen Erregung der Leiter unabhängig ist von der Erregungsstärke, so käme man bei einem Transformator zu simultanen partiellen Differentialgleichungen vom folgenden allgemeinen Bau:

$$E_1\left(i_1+\varepsilon_1'\frac{\partial i_1}{\partial s_1}\right)+\frac{\partial i_1}{\partial s_1}\sum_h l_{1h}\int\frac{\partial i_h}{\partial s_h}dt=r_1 i_1^2+$$
$$+i_1\sum_h\frac{d}{dt}(\mathfrak{A}_1 i_1+\mathfrak{B}_{1h} i_h),$$

worin E_1 die äußere EMK, r_1 der Ohmsche Widerstand, ε_1', l_{1h}, $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}_{1h}$ Konstante des Transformators sind, und i_h die Stromstärken in den auf die Spule mit der Stromstärke i_1 wirkenden Spulen darstellen.

Die weitere Behandlung dieser Gleichungen ist ausgeschlossen, dabei ist aber noch festzuhalten, daß die vorausgesetzte Konstanz der Verteilung der elektrostatischen Erregungsstärke höchstens für den Fall des gleichmäßigen Ganges gelten kann, aber nicht für den Fall plötzlicher Änderungen, wie sie beim Problem des Einschaltstromes vorausgesetzt werden müssen, daß also bei Untersuchung des Problems des Einschaltstromes von Differentialgleichungen gar nicht ausgegangen werden darf, sondern von simultanen, nicht weiter behandelbaren Integralgleichungen ausgegangen werden muß und daß daher das Problem bei dem heutigen Stand der Mathematik unlösbar ist.

Man könnte sich durch gewisse Ähnlichkeiten im Habitus der Vorgänge versucht fühlen, durch Einführung von „Kapazitäten" dem Problem näher zu kommen. Das ist aber auch nicht zulässig, denn Kondensatoren müssen doch eine bestimmte Zusammenschaltung mit den Leitern aufweisen, und diese Zusammenschaltung ist im vorliegenden Falle zum mindesten zweifelhaft. Außerdem sind zwei Bündel stromdurchflossener Leiter von den Belegungen eines Kondensators grundsätzlich verschieden; die beiden Bündel von Leitern sind eben von durchgehendem Strom durchflossen, und zwar auch bei elektrostatischem Erregungsgleichgewicht, die beiden Belegungen eines Kondensators sind bei elektrostatischem Erregungsgleichgewicht stromlos und auch sonst weisen sie nur örtliche Ströme, nicht aber einen durchgehenden Strom auf. Also auch die Einführung von „Kapazitäten" bringt das Problem der Lösung nicht näher. Im Zusammenhang damit sei mir folgende Bemerkung gestattet.

Ist ein Leiter vollkommen isoliert und von Wechselstrom von der Kreisfrequenz Θ durchflossen, so muß bei gleichmäßigem Gang in jedem Leiterquerschnitt $\int_0^\tau \frac{\partial i}{\partial s}dt=0$, wenn $\tau=\frac{2\pi}{\Theta}$, denn sonst müßte die elektrostatische Erregungsstärke in den Leiterquerschnitten ins Unendliche steigen können, was unmöglich ist. Daraus folgt, daß dann i in einem Leiterquerschnitt durch $I\sin(\Theta t+I')$ ausgedrückt sein muß, wobei I und I' von t unabhängig sind, aber I' im allgemeinen eine Funktion der Lage des betrachteten Querschnittes im Leiter sein muß. I hingegen darf bei gleichmäßigem Gang auch von dieser Lage nicht abhängig sein, sofern die Isolation vollkommen ist, wie wir vorausgesetzt haben. Dann aber ist:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial i}{\partial s}=\frac{\partial I'}{\partial s}I\cos(\Theta t+I')=\frac{1}{\Theta}\frac{\partial I'}{\partial s}\frac{di}{dt}\\ \int\frac{\partial i}{\partial s}dt=\frac{1}{\Theta}\frac{\partial I'}{\partial s}i\end{aligned}\right\}\quad 2).$$

Die Stromstärke ist also in einem gegebenen Augenblick in verschiedenen Leiterquerschnitten verschieden, das ist, die Phase des Stromes ändert sich von Leiterquerschnitt zu Leiterquerschnitt, seine Frequenz und sein Scheitelwert sind aber in allen Leiterquerschnitten dieselben. Das ist durchaus verschieden von der elektrodynamischen und elektrostatischen Erregung einer Kondensatorbelegung. Kann man annehmen, daß die Stromverteilung in einem Leiter von der Stromstärke unabhängig ist, so kann man unter Beibehaltung der unter 2. genannten Voraussetzungen und unter der Annahme, daß die Elektrisierungszahl des Isoliermaterials der Bewicklungen konstant ist, die Integralgleichungen elektrischer Maschinen auf totale simultane Differentialgleichungen reduzieren, selbst wenn man die elektrostatischen Vorgänge berücksichtigt. Man erhält beispielsweise für einen Transformator:

$$\left.\begin{aligned}E_1\left(i_1+\varepsilon_1\frac{di_1}{dt}\right)=r_1 i_1^2-\frac{di_1}{dt}(\mathfrak{A}_1' i_1+\mathfrak{B}'' i_2)+\\ +i_1\mathfrak{W}_1\frac{di_1}{dt}+i_1\mathfrak{B}\frac{di_2}{dt}\\ E_2\left(i_2+\varepsilon_2\frac{di_2}{dt}\right)=r_2 i_2^2-\frac{di_2}{dt}(\mathfrak{A}_2' i_2+\mathfrak{B}'' i_1)+\\ +i_2\mathfrak{W}_2\frac{di_2}{dt}+i_2\mathfrak{B}\frac{di_1}{dt}\end{aligned}\right\}\quad 3),$$

worin ε_1, ε_2 und die Frakturbuchstaben Konstante des Transformators bezeichnen, die sich nur durch Versuche ermitteln lassen.

Diese Gleichungen lassen sich zwar für den Fall des gleichmäßigen Ganges auflösen, aber ihre allgemeinen Integrale lassen sich nicht aufstellen. Nach dem Vorangegangenen sind die Gleichungen 3) zur Untersuchung der Einschaltvorgänge **nicht** geeignet, weil die Annahme, daß die Stromverteilung im Leiter von der Stromstärke unabhängig ist, nur für gleichmäßigen Gang und da nur näherungsweise zulässig ist, nicht aber für den Fall plötzlicher aperiodischer Änderungen der Stromstärke, wie sie bei den Einschaltvorgängen auftreten.

Übrigens würden die Gleichungen 3) über die Verteilung der elektrostatischen Erregung, die doch von größter Wichtigkeit ist, keinen Aufschluß geben können, also nicht erkennen lassen, unter welchen Bedingungen und an welchen Stellen Überspannungen entstehen können. Ein näheres Eingehen auf die Gleichungen 3) erübrigt sich daher.

Es möge noch bemerkt werden, daß den Gleichungen 3) ähnliche Gleichungen die Vorgänge in Kabeln bei gleichmäßigem Gang darstellen, wenn die elektrostatische Hysterese des Dielektrikums (die Umelektri-

*) Monatshefte für Mathematik und Physik, Bd. XXIII, 1912.

Digitized by Google

sierungsverluste) nicht berücksichtigt werden. Die Berücksichtigung der letzteren kann, allerdings nur in Annäherung. dadurch erfolgen, wenn man die Gleichungen 3) schreibt:

$$\left.\begin{aligned} E_1\left(i_1+\varepsilon_1\frac{\partial i_1}{d\,t}\right) &= r_1\,i_1{}^2-\frac{d\,i_1}{d\,t}\left(\mathfrak{A}_1{}'\,i_1-\mathfrak{A}_1{}''\frac{d\,i_1}{d\,t}+\right.\\ &\left.+\mathfrak{B}''\,i_2-\mathfrak{B}_1{}'''\frac{d\,i_2}{d\,t}\right)+i_1\mathfrak{W}_1\frac{d\,t_1}{d\,t}+i_1\mathfrak{V}\frac{d\,i_2}{d\,t}\\ E_2\left(i_2+\varepsilon_2\frac{d\,i_2}{d\,t}\right) &= r_2\,i_2{}^2-\frac{d\,i_2}{d\,t}\left(\mathfrak{A}_2{}'\,i_2-\mathfrak{A}_2{}''\frac{d\,i_2}{d\,t}+\right.\\ &\left.+\mathfrak{B}''\,i_1-\mathfrak{B}_2{}'''\frac{d\,i_2}{d\,t}\right)+i_2\mathfrak{W}_2\frac{d\,i_2}{d\,t}+i_2\mathfrak{V}\frac{d\,i_1}{d\,t}\end{aligned}\right\}\text{3a),}$$

die Frakturbuchstaben in 3a) bezeichnen wieder Konstante des Transformators bezw. Kabels. Gewöhnlich ist bei Transformatoren in Gleichungen 1), 3) und 3a) $E_2 = 0$ zu sehen. Das gilt auch von Kabeln mit Metallbewehrung, die in Wasser oder Erdreich verlegt sind.

Zusammenfassend ist im vorstehenden gezeigt worden, daß bei den bisherigen Versuchen zur Lösung des Problems des Einschaltstromes von unrichtigen Differentialgleichungen ausgangen wurde, daß hiezu von nicht weiter behandelbaren simultanen Integralgleichungen ausgegangen werden müßte, daß bei Berücksichtigung der elektrostatischen Vorgänge in stromdurchflossenen Leitern nur für den Fall des gleichmäßigen Ganges und auch da nur näherungsweise geltende simultane partielle (und bei vollkommener Isolation totale) Differentialgleichungen aufgestellt werden können, die auch für Kabel gelten und deren allgemeine Integration nicht möglich ist, daß solche Differentialgleichungen über die Verteilung der elektrostatischen Erregung entlang der Leiter und somit über das Auftreten örtlicher Überspannungen keinen Aufschluß geben können, und daß mit den derzeitigen Hilfsmitteln der Mathematik die Lösung des Problems überhaupt unmöglich ist und letzteres auch durch Einführung von „Kapazitäten" der Lösung nicht näher gebracht werden kann, weil stromdurchflossene Leiter von Kondensatorbelegungen grundsätzlich verschieden sind.

Einphasen-Schnellzugslokomotive der preußischen Staatsbahnen.

Die Bergmann-Elektrizitätswerke A. G. haben im Verein mit den Linke-Hofmann-Werken, Breslau, für die schlesische Gebirgsstrecke Lauban—Königszelt*) der preußischen Staatsbahn eine Lokomotive geliefert. Aus der eingehenden Beschreibung, die P. Müller in E. K. B. 16, Hefte 16 und 17, 1918, liefert, seien die nachstehenden wichtigsten Angaben entnommen.

Es werden die folgenden Bedingungen für die Leistung der Maschine gestellt:

Steigung in ‰	Krümmungsradius in m	Schnellzüge t	Personenzüge t	Güterzüge (Anhängelast t)
20	180	400	360	440
20	375	—	—	510
12	375	440	400	660
10	375	—	—	780
10	750	—	—	980
0	—	500 mit 90 km/h		

Die Rechnung ergab für die Lokomotive eine einstündige Motorleistung von 3000 PS bei 55 km/h oder 2250 PS dauernd bei 65 km/h oder 1500 PS bei 90 km/h.

Die Maschine erhielt einen einzigen hochliegenden Wechselstrom-Kollektormotor mit eigenartiger Schaltung und Regelung, für das Triebgestell doppelte Blindwellen und Triebstangenpaare und für das Untergestell die Achsanordnung 2 D 1. Beim Anfahren muß die Maschine 20 000 kg, normal 14 000 kg, Zugkraft am Radkranz entwickeln. Das Dienstgewicht ist 108 t, davon kommen 66 t auf die vier Triebachsen, mithin 16·5 t pro Achse, und 42 t auf die drei Laufachsen. Der mechanische Teil wiegt 55 t, der elektrische 44·8 t, der Heizkessel samt Vorräten 8·2 t. Der Triebraddurchmesser ist 1250 mm, der Laufraddurchmesser 1000 mm, die Höchsttourenzahl des Motors bei 90 km/h 380 p. min. Je eine der zwei Blindwellen liegt zwischen einem Triebachsenpaar; man erhält somit zwei miteinander gekuppelte Antriebsgruppen von 2250 mm Radstand beim Gesamtradstand von 11 250 mm. Nur die hintere, vierte Kuppelachse ist festgelagert, für die anderen ist seitliche Bewegung vorgesehen; die beiden mittleren Triebachsen besitzen nach Gölsdorfscher Anordnung Seitenverschiebung, die Räder haben 25 mm Spiel gegenüber den Schienen, die erste Triebachse ist mit den vorangehenden beiden Laufachsen zu einem Krauß'schen Drehgestell vereinigt. Die beiden zu dem Krauß'gestell gehörigen Laufachsen am anderen Ende der Lokomotive sind für sich als zweiachsiges Drehgestell ausgebildet. Der Rahmen dieses Gestelles stützt sich auf beide Laufachsen mit vier Tragfedern, von denen die beiden hinteren fest gelagert, die beiden vorderen durch einen Querhebel miteinander verbunden sind, ruht mithin auf drei Stützpunkten. Der Hauptrahmen seinerseits legt sich auf den Drehgestellrahmen mittels zweier Gleitpfannen auf. Im Mittelpunkt des Drehgestelles ist ein Führungszapfen mit Kugelgelenk angebracht. Die Verbindung dieses Drehgestelles mit der vorderen Triebachse erfolgt durch einen zweiarmigen Hebel, der mit dem vorderen Ende an dem Mittelzapfen des zweiachsigen Drehgestelles, mit dem hinteren Ende mittels Kugelgelenk an der vordersten Triebachse angreift; er dreht sich um einen am Hauptrahmen befestigten, gleichfalls mit Kugelgelenk versehenen Zapfen. Die am hinteren (Heizkessel-) Ende der Lokomotive befindliche einzelne Laufachse ist in einem Bisselgestell gelagert. Der Hauptrahmen stützt sich mit zwei Querfedern auf den Mittelpunkt der Laufachse, so daß die Last sich auf beide Räder gleichmäßig verteilt.

Die Lager der Ankerwelle, die bei 320 mm Durchmesser 360 mm lang sind, haben halbrunde Schalenpaare mit Weißmetallausguß ohne besondere Nachstellung. Sowohl die Anker wie die Blindwellenlager haben Kissen- und Dochtschmierung, Spritzringe und Auffanggefäße für das austretende Öl; die übrigen Lager sind mit gewöhnlichen aber besonders großen Ölgefäßen versehen. Entsprechend der Nachstellbarkeit der verschiedenen Achslager ist auch die der Gestängelager eingerichtet. Stangenköpfe an den Treibachsen haben die üblichen Stellkeile, mit denen die Lager in wagerechter Richtung nachgezogen werden können. Die Lager an den Blindwellenzapfen bestehen aus einteiligen, also nicht nachstellbaren Büchsen; die an den Ankerkurbeln sind nur in senkrechter Richtung nachstellbar. Die von der Ankerwellenkurbel zu den beiden Blindwellen führenden Treibstangen sind 2·7 m lang und haben I-Querschnitt; sie liegen gegen die Wagerechte um 45° geneigt, bilden also miteinander einen Winkel von 90°. Der Zweck der Anordnung liegt darin, das Lagerspiel in den oberen Wellenlagern unschädlich zu machen und somit die Beanspruchung des Triebwerkes herabzusetzen*). Der obere Stangenkopf steht senkrecht, er ist mit der einen Treibstange fest verbunden, die andere greift mit einem ausgebüchsten Bolzenkopf daran an. Die von den Blindwellen ausgehenden Kuppelstangen sind an die unteren Köpfe der Treibstangen angelenkt; sie haben rechteckigen Schaftquerschnitt und ebenso wie alle anderen Stangen geschlossene Köpfe. Die Treib- und Kuppelstangen liegen sämtlich in einer einzigen Ebene. Das Getriebe bildet also auf jeder Seite ein geschlossenes Dreieck, gewissermaßen einen umgekehrten Kandorahmen, mit einem Winkel von 90° an der Spitze der Ankerkurbel, und 45° an den beiden unteren Ecken, den Blindwellenzapfen. Die Wirkung dieser Anordnung entspricht vollkommen den Erwartungen; trotz der großen Massen treten bei gut eingestellten Lagern Zuckungen fast gar nicht auf, bei größerem Lagerspiel auch nur in Form einer leichten und durchaus unschädlichen Schaukelbewegung. Die kritische Geschwindigkeit liegt um 40 km/h herum; bei höheren Geschwindigkeiten, etwa von 55 km/h ab, läuft die Maschine stets auffallend ruhig. Abb. 1 stellt das Antriebsschema dar.

Voraussetzung für ruhigen Gang ist die feste Lagerung der Ankerwelle und der Blindwellen; letztere liegen 3950 mm voneinander entfernt, erstere 1950 mm darüber. Die drei Lager jeder Seite sind in einem gemeinsamen großen A-förmigen Lagerbock untergebracht, der aus je zwei, durch Rippen versteiften und mit starken Schrauben-

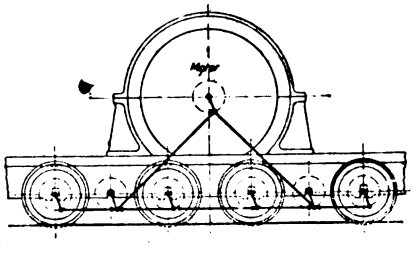


Abb. 1.

*) Vgl. Heft 12 d. J., Seite 139.

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 537.

Digitized by Google

bolzen verbundenen Teilen besteht. Zwischen den Füßen der gegenüberliegenden Lagerböcke sind zwei kräftige Stahlgußquerträger, auf den Rahmenplatten aufsitzend, eingebaut. Die Querträger sind durch eine Blech- und Winkelkonstruktion an die vorderen und hinteren Rahmenversteifungen angeschlossen. In der Mitte sind die Lagerböcke noch durch Stahlgußkonsolen gestützt, die außen am Rahmen befestigt und unter sich am unteren Ende durch ein querliegendes Stahlgußstück, in Höhe der Achsen durch ein wagerechtes Versteifungsblech verbunden sind.

Der Motor leistet 3000 PS bei 240 U. p. min, bei der höchsten Drehzahl von 380 leistet er noch 1500 PS; der Gehäusedurchmesser beträgt 3500 mm, der Durchmesser des Ankers 2700 mm, der des Kommutators 2100 mm. Der Motor hat 26 Pole und 156 Kohlenbürsten (12×60×70 mm); das Gesamtgewicht ist 22 t. Da die höchste Drehzahl 60% über der normalen liegt, ist hier die Einrichtung so getroffen, daß bei Erreichen der vollen Spannung die Bürsten auf dem Kommutator zwecks Tourenerhöhung verschoben werden. Besonders ausgeprägte Wendepole sind hier wegen Raummangel vermieden, es werden schmale Abschnitte der Hauptpole als Wendefeld mitbenutzt; die richtige Erregung in der Wendezone wird durch eigenartige Ausbildung der Ständerwicklung bewirkt, die weniger Kupfer als sonst erfordert. Die Ankerwicklung ist nur mit einer halben Windung zwischen zwei Segmenten ausgeführt (wobei die Kohlenbürsten nur zwei Segmente bedecken); dadurch kann die Feldstärke jedes Poles den doppelten Wert haben, man kann breitere Pole verwenden, woraus sich eine niedere Polzahl, also geringere Wechselzahl und geringere Ankereisenverluste ergeben; die Liniendichte kann so hoch wie bei Gleichstrommotoren sein. Die geringere Polzahl hat weniger Bürstensätze zur Folge, dies bringt bessere Kühlung des Kommutators und höhere Umfangsgeschwindigkeit mit sich. Die Wärmeverluste im Motor machen 100 kW aus. Zu ihrer Abfuhr dient ein auf dem Gehäuserücken des Motors aufgesetztes Gebläse, das ständig frische Kühlluft von außen zuführt; es besteht aus einem 30 PS-Kommutatormotor und zu dessen beiden Seiten angebrachte Windflügel, von denen der eine Kühlluft durch Anker und Gehäuse, der zweite in das Bürstenjoch, die düsenartigen Bürstenarme und auf die Kommutatorfläche treibt. (Abb. 2.)

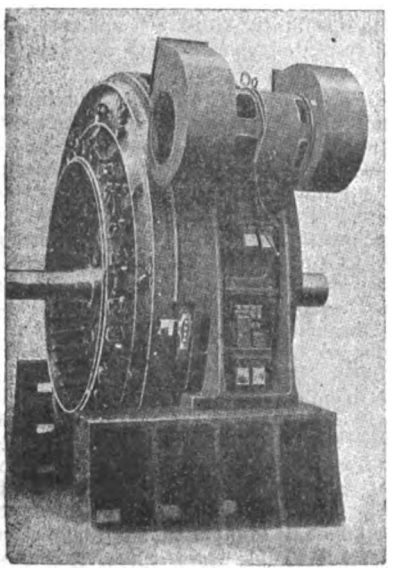


Abb. 2.

Die wichtigsten Kennlinien des Motors sind in nachstehender Tabelle aufgelöst*).

Zugkraft am Radkranz in t .	4	10	16	22
Strom in A	3200	5800	8000	10 000
	(4800)	(6600)	(9300)	—
Geschwindigkeit in km/h . .	84	62	54	50
	—	(72)	(63)	(58)
cos φ	0·97	0·95	0·94	0·92
Wirkungsgrad	0·91	0·95	0·94	0·93

Der Transformator ist als Lufttransformator nach dem Manteltyp mit Gebläsekühlung ausgeführt; er transformiert von 15 000 V, $16^2/_3$ Per/s, auf 350 V herab und hat bei 1600 kVA Dauerleistung ein Gewicht von 8·5 t. Auf einem als Luftkammer dienenden gußeisernen Sockel ruht der mit Schrauben befestigte Eisenkörper, die Mantelfläche; die Wicklung ist im Innern geschützt, die unteren Spulenköpfe werden durch den Gehäusefuß, die oberen durch eine Blechhaube geschützt, die Anschlüsse liegen oben. Die Hochspannung wird durch ein Kabel und einen Isolator zugeführt, die Niederspannung durch Flachkupferstreifen abgenommen. Zur Abnahme des Stromes von den Transformatoranzapfungen sind unmittelbar in der Nähe 16 elektropneumatische Schützschalter in vier Sätzen angeordnet. Die Kontaktstücke werden durch abgerundete Hörner gebildet, an deren Spitze durch ein kräftiges Magnetgebläse der Öffnungsfunke abgeblasen wird, während an den hinteren Enden der Dauerkontakt bestehen bleibt. Zur Betätigung der Kontakte dient Druckluft von 5 at, die den Luftzylindern von 100 mm Durchmesser zugeführt wird. Die Zugkraft beträgt 400 kg. Die Tätigkeit der Kontaktkolben in den Zylindern wird durch eine Spule beherrscht, die mit 60 V Wechselstrom aus einem kleinen Hilfstransformator gespeist wird. Gleichzeitig sind immer 6 Kontakte eingeschaltet, auf die sich der bis 10 000 A ansteigende Motorstrom verteilt; ein Schütz soll höchstens mit 1500 A belastet werden. Das funkenfreie Überschalten wird durch eine besondere Anordnung von Stromverteilern besorgt; diese bestehen aus 2 Drehstromdrosselspulen, die an aufeinanderfolgende Anzapfpunkte des Transformators angeschlossen sind, wobei ihre Sternpunkte durch eine Drosselspule verbunden werden. Der Motor liegt zwischen dem Mittelpunkt der Spule und dem Endpunkt des Transformators*). Auf diese Weise wird der vom Motor abgenommene Strom gleichmäßig verteilt. Mit diesen 16 gegeneinander elektrisch verriegelten Schützschaltern werden 11 Schaltstufen und einige Vorstufen geschaffen. Die Schützen werden durch einen mit Handrad verstellten Führerschalter geregelt, wobei das Wiedereinschalten des Motors nur von der ersten Schaltstufe aus möglich ist. Mit dem vorgenannten Handrad ist das für die Bürstenverschiebung verriegelt; beide sind mit einem Ordnungsschalter verriegelt, der einen Lufthahn für die Stromabnehmer und den Ölschalter betätigt. Der Handgriff dieses Ordnungsschalters dient zugleich auch zum Öffnen der Hochspannungskammer; der Türverschluß ist in der üblichen Weise so eingerichtet, daß der Griff sich nur bei ordnungsmäßig geschlossener Tür abziehen läßt. Mit dem Ordnungsschalter werden zunächst die beiden Stromabnehmer angelegt und darauf der Ölschalter geschlossen. Dann läßt sich das große Handrad auf die gewünschte Fahrtrichtung einstellen; jetzt ist der Fahrschalter frei und kann eingeschaltet werden. Ist die höchste Fahrstufe erreicht, so ist das große Handrad wieder entriegelt, so daß man die Bürsten in dem der betreffenden Fahrtrichtung entsprechenden Sinne verschieben und damit die Fahrgeschwindigkeit noch weiter steigern kann. Die jeweilige Stellung des Kontrollers und des Bürstenringes läßt sich an einer über dem Steuerbock liegenden Anzeigevorrichtung ablesen.

Der hintere Führerstand enthält einen Heizkessel, der vom Führer leicht bedient werden kann und mit Koks mit Hilfe eines Saugzuggebläses mit Motorantrieb geheizt wird. Der Kessel wird mittels Mitnehmerwalze beschickt, die Speisung erfolgt mittels Injektor und Speisepumpe. Für die Luftbremse ist eine Luftpumpe, Bauart Knorr, mit 10 PS-Motor vorgesehen.

Die Lokomotive hat die verlangten Leistungen übertroffen; es wurden 500 t statt 360 t in der vorgeschriebenen Fahrzeit befördert. Das Anfahren geht auf der steilsten Rampe und in kleinsten Krümmung anstandslos vor sich.

*) Die Zahlen in der Klammer entsprechen der höchsten, die darüberstehenden der niedrigsten Bürstenstellung.

*) Vgl. Heft 46 d. J., Seite 511.

**) Vgl. Heft 40 d. J., Seite 456.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk Mühleberg, das die A. G. der Bernischen Kraftwerke mit einem Kostenaufwand von 17 Mill. Franken als dritte, an der Aare gelegene Zentrale baut, soll das stets steigende Strombedürfnis des Versorgungsgebietes decken und besonders Betriebsstrom für die in Aussicht genommene Elektrifizierung der Schweizer Bahnen liefern**). 3 km oberhalb der Mündung der Saane wird eine 210 m lange gemauerte Talsperre errichtet und dadurch in der Aare das Wasser in einer Ausdehnung von 12 km und 500 m Breite um 20 m gestaut; beim Senken des Wasserspiegels um 3 m werden 9 Mill. m^3 Wasser nutzbar. Das Stauwehr besteht aus einem 140 m langen, das Maschinenhaus tragenden Teil am linken Ufer, daran schließen sich 8 Schützen und 2 automatische Stauklappen an, endlich ein Schiffsaufzug, der später zur Schiffsschleuse umgewandelt werden soll. Am rechten Aareufer wird zur Umleitung des Flusses während des Baues ein Tunnel für 600 m^3/s angelegt.

Im Maschinenhaus werden 8 Turbineneinheiten aufgestellt, davon zwei für Einphasenstrom für Bahnzwecke, die anderen sollen Drehstrom von 16 000 bis 17 600 V liefern. Es gelangen Francisturbinen mit einem Laufrad und senkrechter Welle zur Aufstellung, in Kammern eingebaut, die Saugrohre sind aus Beton mit Blechverkleidung. Die Turbinen sind für 16 bis 19·8 m Gefälle berechnet und leisten 6140 bis 8100 oder 6640 bis 8630 PS; die Tourenzahl ist 133·3 oder 166·6 je nach der Periodenzahl (40 oder 50 pro s), die die Generatoren liefern sollen. Das Aggregat wird zweilagerig geliefert, das Spurlager wird in ein

Digitized by Google

Gehäuse eingebaut, das im oberen sechsarmigen Tragstern des Generators sitzt. Dieser ist mit einem Halslager versehen. Oberhalb des Spurlagers sitzt die Erregermaschine für 100 kW, 220 V. Die Maschinen sind oben gegen den Maschinensaal durch Verschalungen abgeschlossen, von unten wird Kühlluft angesaugt, Windflügel an den Polrädern pressen die angesaugte Luft durch und stoßen sie ins Freie. Das Spurlager ist ohne künstliche Öldruckschmierung versehen, die Schmierung des Halslagers erfolgt durch eine mittels Schraubenrädern angetriebene Ölpumpe. Eine Druckluftbremse vermag das Aggregat in 5 Minuten stillzusetzen.

Die Generatoren werden von der A. G. Brown, Boveri & Cie., die Turbinen von der A. G. der Maschinenfabriken Escher, Wyss & Cie. geliefert. (BBC-Mitteilg. V, 1918, Nr. 4.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Untersuchung einer Dampf- und einer Gasmaschinenregelung. A. Gramberg. In zwei Aufsätzen teilt der Verfasser die Ergebnisse von Versuchen mit, die das eine Mal mit einer Verbundmaschine, deren Hochdruckzylinder eine vom Regler beeinflußte Collmann-Steuerung besitzt, das andere Mal mit einer Gasmaschine vorgenommen wurden, die durch Drosselung des Ansaugequerschnittes geregelt wird. In beiden Fällen treibt die Kraftmaschine eine Dynamo an und die Belastung kann mittels Widerständen im Stromkreis verändert werden. Die Versuche illustrierten nun das prinzipiell verschiedene Verhalten der beiden Maschinenarten bei ihrer Regelung, die durch einen Fliehkraftregler üblicher Einrichtung durchgeführt wurde.

Bei der Dampfmaschine war der Regler mit Einrichtungen versehen, die seine Ungleichförmigkeit und sein mehr oder weniger statisches Verhalten beeinflußten. Diese Einrichtungen bestanden aus verstellbaren Gewichten, die auf die Reglerwelle Drehmomente ausübten, die den Regler entweder in seiner Tourenzahl oder in seiner Ungleichförmigkeit beeinflußten oder die die Masse des Reglers und damit seine Trägheit veränderten. Es wurden nun die Belastungen in der Weise verändert, daß sprungartig von halber Last auf Vollast, von dieser wieder auf halbe Last, dann auf Leerlauf und schließlich wieder auf halbe Last übergegangen wurde, wobei Tourenzahl und Muffenhub tachometrisch aufgenommen wurden. Im allgemeinen ergab sich, daß sich der Regler den Belastungssprüngen verhältnismäßig gut anpaßte und daß nur darauf zu achten ist, daß der Regler zwar einerseits die Tourenzahl möglichst konstant erhalten, andererseits aber bei den Belastungsänderungen möglichst ruhig, das heißt ohne allzu starke Schwingungen, arbeiten soll; diese beiden Bedingungen lassen sich durch richtige Wahl des Ungleichförmigkeitsgrades genügend gut vereinen. An der Hand weiterer Versuche weist der Verfasser noch nach, daß ein diesen Bedingungen nicht gut entsprechender Regler, der also zum Beispiel zu wenig statisch ist, durch eine künstliche Dämpfung (Ölbremse) verbessert werden kann, empfiehlt aber, in solchen Fällen lieber die Ursachen des mangelhaften Verhaltens des Reglers zu ermitteln und zu beseitigen, letzteres zum Beispiel dadurch, daß man die Regelung stärker statisch macht, die Übersetzungshebel entsprechend ändert usw., schließlich aber, wenn dies alles nichts helfen sollte, den Regler auswechselt.

Im Gegensatz zur Dampfmaschine, bei der der ganze Muffenhub für die Regelung zur Ausnutzung gelangt, haben die Versuche bei der Gasmaschine gezeigt, daß hier nur ein Teil des Muffenhubes zur Wirkung kommt, weil bei einem gewissen Reglerstand die Drosselklappe bereits soweit geöffnet hat, daß die angesaugte Mischung keinen merklichen Widerstand mehr findet, somit eine weitere Öffnung der Drosselklappe belanglos wäre. Wenn die Maschine aber nicht mehr brennbares Gemisch aufnehmen kann, so kann auch die Leistung nicht mehr gesteigert werden. Während somit bei der Dampfmaschine die Höchstleistung durch den Regler bestimmt wird, erscheint diese Grenze bei der Gasmaschine durch letztere selbst festgesetzt. Man hat somit bei der Gasmaschinenregelung wohl zu unterscheiden die Ungleichförmigkeit des Reglers von jener der Regelung, weil bei letzterer eine größere minimale Tourenzahl in Rechnung zu stellen ist als beim Regler, dessen unterste Muffenstellungen eben totgelegt sind. Die Versuche haben nun ergeben, daß innerhalb des Regelungsgebietes die Tachogramme auch bei plötzlichen Belastungsänderungen befriedigend ausfallen, weil der Widerstand der stopfbüchsenlosen Drosselklappe gegen Drehung sehr klein ist und somit nur ein kleiner Teil des Hubes und des Arbeitsvermögens des Reglers nutzbar gemacht wird. (Dinglers pol. J., Bd. 333, Hefte 4 und 7, 1918.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Untersuchung rasch umlaufender Maschinenteile. R. Neumann bespricht die wichtigsten bisher bekannten Rechnungsverfahren zur Untersuchung von durch die Fliehkraft beanspruchten Maschinenteilen und beschreibt die von der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft hiefür geschaffene Prüfgrube zur Untersuchung von Magneträdern*). Das durch einen Vertikalmotor angetriebene Rad wird auf einer in der Grube vertikal gelagerten Welle aufgesetzt, und zwar so tief, daß bei einer Explosion nur die leicht ersetzbaren Grubenwände zerstört werden. Die Grube mißt 5 m im Durchmesser und ist über 6 m tief. Das untere Lager ist als Stützlager und Führungslager ausgeführt, aus einer gußeisernen, mit Weißmetall ausgegossenen Spurpfanne bestehend, die mit kugeliger Auflage auf einem das Stütz- und das Führungslager gemeinsam tragenden Lagerstuhl aufruht. Auf der Lauffläche der Spurpfanne läuft ein Spurring, durch zwei Mitnehmer am Stirnende der Prüfwelle mitgenommen. Um Wellen verschiedenen Durchmessers einsetzen zu können, ist das Führungslager auswechselbar. Die Schmierung erfolgt unter Druck von 50 at mittels Öl von einer Ölpumpe mit Antrieb durch einen 2 PS-Motor geliefert. Das obere, auch auswechselbare Halslager ist mit dem Antriebsmotor in der Höhenlage einstellbar; sie sind auf einer durch Spindeln verstellbaren Brücke gelagert. Die Brücke wird durch vier Streben gesichert, in denen die Spindeln gelagert sind. Die Innenwand der Grube wird durch ein Drehgeflecht gebildet, als Stütze für die dahinter liegenden Sandsäcke in einer Dicke von 1·25 m. Das Mauerwerk dahinter ist zwei Steine stark und durch eine Betonschüttung gegen Erde abgestützt. Auf einem Mauerabsatz oben, 1·2 m unter dem Erdboden, sind acht vertikale Streben aufgesetzt, die den Abschlußring der Grube tragen.

Die Grube ist so angelegt, daß ihr die schweren Maschinenteile leicht zugeführt werden können. Von einem 100 m entfernten Punkt auf dem Dach eines benachbarten Gebäudes aus wird die Untersuchung durch Einstellung der Drehzahl von einer dort montierten Schalttafel aus geleitet. Der Antriebsmotor erhält einen eigenen Generator für 400 kW. An Hand von Photographien wird die Wirkung einer Schwungradexplosion gezeigt, die bei weniger als 1% der vorgenommenen Prüfungen eintreten. (E. T. Z. 39, Hefte 32, 33, 1918.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Meßverfahren für hochfrequente Wechselströme. J. Williams gibt ein Meßverfahren und einen Apparat an, der im Prinzip dem Radiometer von Crookes gleichkommt, insoferne als die Abstoßung eines leichten Glimmerflügels durch die von einem erhitzten Draht ausgehende Strahlung gemessen wird, wobei der Draht von dem zu messenden Strom durchflossen wird. Ein zylindrischer Behälter, auf einer Seite durch die Glasplatte *A B* (Abb. 1) abgeschlossen, auf der anderen mit einem glockenförmigen Ansatz *C D* verbunden, der bei *P* an eine Luftpumpe angeschlossen wird, erhält zwei Ansatzrohre *E*, *F*. Durch das erstere wird die Befestigungsvorrichtung für den Glimmerflügel *Q* (20×20 mm), durch Rohr *F* der von dem zu messenden Strom durchflossene Platindraht von zirka 0·9 Ω Widerstand eingeführt, so daß die Glühpirale dem Glimmerflügel gegenübersteht. *K* ist eine die Schwingungen dämpfende Platte, die ober einem Magneten schwingt, *M* ist ein Ablesespiegel. Platte *K* und Flügel *Q* sind durch Glasstäbchen an dem Aluminiumbügel *R M L* befestigt, das ganze in dem Rohr *G* aufgehängt, so daß durch Verdrehung im Rohr *E* das System gegenüber der Heizspirale eingestellt werden kann. Bei *P* wird die Luft abgesaugt. Die Empfindlichkeit des Apparates ist natürlich vom Druck der Luft innerhalb des Behälters stark abhängig. Es ergab sich die größte Empfindlichkeit bei einem Druck von 0·0155 mm; dabei gaben 5 mA im Draht eine Ablenkung des Glimmerflügels von 4·2 mm in 120 cm Entfernung der Skala vom Spiegel gemessen, doch kann die Empfindlichkeit durch Änderung des schwingenden Systems und Änderung des Heizkörpers vergrößert werden. Der Apparat ist in Watte eingehüllt aufzustellen, um ihn gegen äußere Wärmestrahlen zu schützen. Bei einer anderen Ausführungsform wird das O. Reynolds'sche Prinzip des Elektroskops zur Messung verwendet. Gegenüber einem von dem zu messenden Strom durchflossenen Drahtstück ist — parallel zu diesem — ein 75 mm langes Stück Seidenfaden aufgehängt. Das Ganze wird in ein Glasgefäß gebracht und die Luft evakuiert. Der Seidenfaden erhält dabei eine dem Strom im Draht proportionale Abstoßung, die durch eine Mikrometerablesung gemessen wird. Die größte Empfindlichkeit war bei einem Druck von 0·28 mm. (The Electrician, London, 81, Nr. 12.)

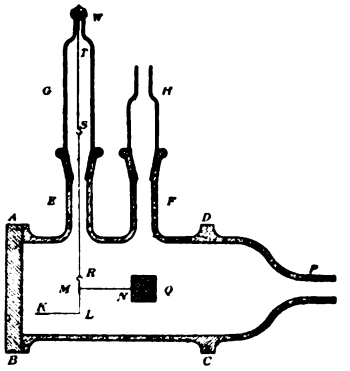


Abb. 1.

*) Vgl. auch E. u. M. 1918, Heft 31, Seite 352.

Digitized by Google

Leitungen.

Verbindungshülsen für Eisendrähte. Mit Rücksicht auf die gebotene Sparsamkeit mit Kupfer hat die Reichstelegraphenverwaltung die Verbindungshülsen für Eisenleitungen aus Ersatzmaterial herzustellen versucht. Zink und Kadmium erwies sich zu spröde, Aluminium als zu wenig fest; Eisen ließ sich nicht gut über einen Dorn bis auf den erforderlichen geringen Durchmesser herunter ziehen. Man hat nun Eisenhülsen so hergestellt, daß man sie aus 0·9 mm starkem Eisenblech in der erforderlichen Länge und Weite mit fest zusammenstoßenden Rändern zusammenbiegt und die Ränder der Länge nach mit autogener Nahtschweißung vereinigt. Es ergab sich, daß die so hergestellten Hülsen das Verwürgen aushalten und die Festigkeit befriedigend ist. Als Rostschutz wird ein Blei enthaltender Überzug durch Eintauchen aufgebracht. Man stellt die Eisenhülsen in 2, 3, 4, 5 mm Weite und 100, 150, 200 und 250 mm Länge her. Als Festigkeitsprobe dient das 2·5fache Verdrehen der Mitte gegen die Enden, dabei dürfen unter gewissen Voraussetzungen die Hülsen weder platzen noch einreißen und der Schutzüberzug darf nicht abspringen. Bisher sind über 1 Million derartiger Hülsen bestellt worden; dazu wurden 20 t Eisenblech verbraucht. Man nimmt an, daß sich diese kupfersparende Leitungsverbindung auch bei Starkstromleitungen einbürgern wird. (E. T. Z., 39, Heft 37, 1918.)

Funkentelegraphie und -Telephonie.

Innere Beziehungen in drahtlosen Empfängern vom Audiontyp. R. Bown untersucht die Arbeitsweise eines gasgefüllten Audions mit drei Elektroden als Detektor und stellt zur Erklärung der Kurven für die Gitter- und Anodenstromstärke eine Theorie der Wirkungsweise des Gases auf. Er findet, daß die Detektorwirkung des Audions nicht von der Krümmung der Kurve des Anodenstromes, sondern von der Krümmung der Kurve des Gitterstromes abhängt, wobei vorausgesetzt ist, daß diese als Funktion der Gitterspannung dargestellt sind. Durch den Vergleich eines Systems nach Langmuir von zwei Elektroden im luftleeren Raume und eines gasgefüllten Audions mit drei Elektroden ergibt sich, daß die Einführung des Gases durch die Bildung positiver Ionen die „Raumladungswirkung"*) teilweise aufhebt. Die Anzahl der Elektronen, die das elektrische Feld der Anode durch das Gitter hindurch anziehen kann ist bedeutend größer als in dem Falle, wo nur zwei Elektroden vorhanden sind und die durch die Elektronen bedingte Raumladung völlig wirksam ist.

Auch der Verlauf der Kurve für die Gitterstromstärke als Funktion des Gitterpotentials läßt sich unter Berücksichtigung der Wirkung des Gases angeben. Bei negativem Gitterpotential zeigt der Strom einen kleinen nahezu konstanten Wert unterhalb der Nullinie, um bei Übergang zu positivem Gitterpotential rasch über die Nullinie zu hohen Werten anzusteigen. Des weiteren ergibt sich, daß die Erhöhung der Anodenspannung eine Verschiebung der Kurve des Gitterstromes nach rechts und unten bewirkt, während eine Erhöhung der Fadenstromstärke die entgegengesetzte Wirkung hervorruft. Der Verfasser zeigt ferner, daß der beste Betriebspunkt für das Audion als Detektor derjenige ist, bei dem das elektrische Feld der Anode aus dem Raume zwischen Gitter und Faden keine Elektronen mehr herausziehen kann, auch wenn sie im Überschusse erzeugt würden. Durch Einregulierung der Fadenstromstärke und des Anodenpotentials ist dieser Punkt der vorteilhaftesten Krümmung in den Nullpunkt der Gitterstromstärke zu legen. Weitere Versuche mit höherer Anodenspannung, die bis zum Auftreten von Leuchterscheinungen gesteigert wurde, zeigen, daß durch progressive Ionisation instabile Zustände eintreten, so daß das Audion in diesem Gebiet nicht mehr als Detektor zu verwenden ist.

(Jahrbuch drahtlose Telegr., Bd. 13, H. 2.)

Praktische Angaben über die Verlegung von Antennen in drahtlosen Stationen. Die Konstruktion der Antennen hängt davon ab, ob sie zum Empfang oder zum Aussenden von Zeichen dienen sollen. Für den Empfang ist eine möglichst große Fläche zwischen den Drähten und eine möglichst große Länge der Drähte selbst erwünscht. Der Ohmsche Widerstand einer Empfangsantenne soll möglichst gering gemacht werden. Auch die Erdverbindung soll einen geringen Widerstand haben. Oft genügt als Empfangsantenne ein Draht, der mittels Nägel zwischen zwei Schornsteinen ausgespannt wird. Hingegen erfordern Sendeantennen die größte Sorgfalt. Wesentlich ist die Einheitlichkeit der Drahtführung. Es ist Wert darauf zu legen, daß vom Apparat an die ganze Antenne nicht einen einzigen Knick und nicht eine einzige scharfkantige Verbindung zeigt. Man verwendet deshalb zur kapazitiven Fläche und zur Zuführung nur glatten Rohrdraht, dessen einzelne Teile durch Aneinanderschieben und glattes Verlöten der verbundenen Stellen zu einem Stück gemacht werden. Jede Ecke an der Auffangfläche wird gerundet. Zur Erzielung genügender Reichweite müssen Sendeantennen eine große Höhe aufweisen. Höhe und Kapazität müssen im richtigen Verhältnis zur Station stehen. Eine starke Station mit hoher Antenne muß also eine größere Fangfläche verwenden, um bei der großen Entfernung der Fangdrähte gegen Erde eine genügend große Kapazität heraus zu bekommen. Durch Ballon hochgezogene Antennen haben gegenüber Turmantennen eine Reihe von Vorteilen, sie sind billiger, lassen sich leichter isolieren, es geht weniger Energie in den Antennenträgern verloren und endlich kann ihre Höhe leicht eingestellt werden. Für die Bestimmung des wirksamen Antennenabstandes muß man die Lage der Null-Linie der Schwingung kennen. Diese fällt auf hoher See mit der Meeresoberfläche zusammen, auf dem Lande mit dem Grundwasserspiegel. In sumpfigen Gegenden liegt die Null-Linie an der Erdoberfläche. In Städten mit 20 bis 25 m hohen Häusern liegt sie etwa 10 m hoch über dem Straßenboden. Deshalb kann man mit über den Dächern gespannten Drähten leicht Signale an entfernten Stationen aufnehmen. Niedrige Mastantennen auf Dächern empfangen sehr gut, weil sich die Dachhöhe zur wirklichen Höhe addiert. Bei Regenwetter ist die Isolation der Antennen eine schlechte, außerdem verschiebt sich die Null-Linie wegen der nassen Häuserwände nach oben; der Empfang ist also schlechter. Den relativ besten Empfang geben Erdantennen, ein in weitem Umfang dicht über den Erdboden ausgespanntes Drahtnetz, in dessen Mittelpunkt die Empfangsstation liegt.

(Zeitschrift für Post und Telegraphie, Bd. 25, Nr. 26.)

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 530.

Literatur-Bericht.

Einführung in die Hochspannungstechnik von Dr. Ing. K. Fischer. Sammlung Goeschen. Bd. 609. Zweite Auflage.

Das Bändchen ist 151 Seiten stark und mit 98 Abbildungen ausgestattet. Der Stoff ist wie folgt gegliedert: I. Die wirtschaftliche und technische Bedeutung der Hochspannung. In diesem Einleitungsabschnitt erläutert der Verfasser die Bedeutung der Spannung für die Energieübertragung, erwähnt die industriellen Anwendungen des Hochspannungslichtbogens und versucht die Abgrenzung des Begriffs „Hochspannungskunde". II. Das elektrische Feld und die elektrische Isolationen. In diesem Abschnitt werden die wichtigsten der für Dielektrika geltenden Gesetze abgeleitet. Auch wird — in recht befriedigender Weise — die Technologie der festen Isolierstoffe geschildert. Abschnitt III. Isolierung von Hochspannungsmaschinen und -apparaten ist der beste des ganzen Werkchens. Er behandelt die Ausführung der verschiedenen Arten von Isolatoren. Weniger befriedigend ist der Abschnitt IV. Theorie der Hochspannungsleitungen, in dem versucht wird, auf 27 Seiten die Strömung in Linien mit verteilter Induktivität und Kapazität zu erklären und die Entstehung der Spannungserhöhungen zu schildern. Nach Ansicht des Berichters wäre es besser, die Rechnungen einzuschränken und die physikalischen Erscheinungen eingehend zu schildern. Denn es kommen nur wenige Leute in die Lage, derlei Rechnungen im praktischen Leben durchzuführen und für diese können die knappen Erklärungen eines Goeschen-Bändchens nicht genügen. Der Abschnitt V. Leitungsanlagen behandelt sowohl Kabel als Freileitungen. Im Abschnitt VI. werden auf 20 Seiten die Schutz- und Schaltapparate geschildert und im Abschnitt VII. finden einige Ausführungen über Schaltanlagen Platz.

Das Werkchen ist recht gut. Nach Ansicht des Berichters wäre gelegentlich der nächsten Auflage bei der Auswahl des Stoffes mehr Rücksicht auf den Zweck des Werkes zu nehmen. Vollständigkeit kann nicht erreicht werden. Es sollten deshalb die einzelnen Gebiete nach ihrer praktischen Bedeutung, nicht nach dem Raum, den sie in der Zeitschriftenliteratur einnehmen, behandelt werden. Die Ausstattung ist gut. *A.*

Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie (Abfallenergieverwertung). Von Ing. M. Gerbel, beh. aut. Zivilingenieur für Maschinenbau und Elektrotechnik und Dampfkessel-Inspektor. Mit 9 Textfiguren. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer (Preis Mk. 3).

Die Erörterung der Möglichkeiten wirtschaftlichster Ausnutzung der verfügbaren Naturkräfte im Dienste der Industrie bildet den Inhalt der vorliegenden interessanten Schrift. Die beiden einleitenden Kapitel geben eine gedrängte Übersicht über den in den letzten Jahrzehnten mächtig gesteigerten Kraftbedarf der verschiedenen Produktionsverfahren und die Kosten der durch Wasserwerke und Wärmekraftanlagen gelieferten Betriebskräfte. In den übrigen acht Kapiteln werden die nach der Ansicht des Verfassers wirtschaftlichsten Verfahren der Ausbeutung der Wärmeenergie in Dampfbetrieben erörtert. An der Hand einer lehrreichen Tabelle, welche 30 verschiedene Industrien nach ihren Bedürfnissen an Kraft und Wärme ordnet und kennzeichnet, eröffnet der Verfasser weite Ausblicke auf künftige rationelle Wärmewirtschaft unter geeigneter staatlicher Einflußnahme. Die mit großem Fleiß ausgearbeitete, sehr anregend geschriebene Studie ist der Beachtung weiter Kreise angelegentlich zu empfehlen. *F. K.*

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Regulliereinrichtungen.

Sicherheitseinrichtungen für Wechselstrom- und Drehstromanlagen.

(Schluß von Heft 46, Seite 512.)

Die Abb. 26 zeigt die von der Voigt & Haeffner A.-G. in Frankfurt a. M. angegebene Schaltung eines Erdschlußprüfers mit akustischer oder optischer Anzeige. *a, b, c* sind die drei Primären von Spannungswandlern, die bei *d* geerdet sind. *e, f, g* sind ihre Sekundären, die auf die Lampen *h, i, k* (oder Relais) arbeiten. *C* ist eine Huppe. Bei Erdschluß zum Beispiel in *b* wird diese Wicklung, mithin auch Wicklung *f* spannungslos und Lampe *i* erlischt. Die Stromkreise in *e* und *g* schließen sich an die Hupe *l*, die zum Ertönen kommt. Bei Erdschluß in *a* und *b* schließt sich der Stromkreis in *g* im wesentlichen auf *e* und *f* und Hupe *l* bekommt nicht genügend Strom, um zu ertönen. Dieser Erdschluß wird durch den Hauptschalter, der in Tätigkeit tritt, behoben. (D. R. P. Nr. 295 252.)

Ein Erdschluß an einer Phase einer Drehstromfreileitung stellt sich zumeist in Form eines Flammenbogens zur Erde dar. Man beseitigt diese Störung bekanntlich dadurch, daß man durch einen Schalter in der Zentrale diese Phase an Erde legt. Die Erfindung der Firma geht nun dahin, die Erdung in der Zentrale wieder selbsttätig aufzuheben, wenn der Erdschluß in der Leitung verschwunden ist. Der Erdungsschalter in der Zentrale wird durch einen bekannten Erdschlußanzeiger eingelegt, er bleibt so lange eingeschaltet, bis ein zweites Relais ihn nach Verschwinden des Erdschlusses im Netz wieder auslöst. Dieses Relais ist ein mit zwei Wicklungen versehenes Differentialrelais, die von beiden Seiten der Erdschlußleitung gespeist werden. Das Verschwinden des störenden Erdschlusses stellt Gleichgewicht zwischen den beiden Spulen her, das Relais kommt in die Nullage, in der es einen den Erdschlußschalter der Zentrale auslösenden Schalter schließt, so daß er in die Offenstellung übergeht. (D. R. P. Nr. 297 422.)

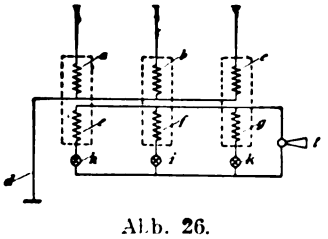


Abb. 26.

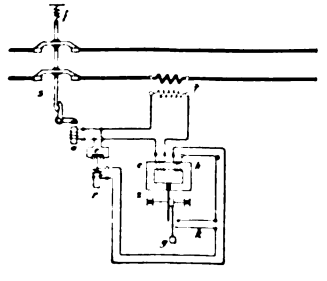


Abb. 27.

Die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft hat durch D. R. P. Nr. 254 367 ein Verfahren zum Schutze von Hochspannungsleitungen gegen Flammenbogenerdschlüsse geschützt, bei dem bei Erdschluß in einer Leitung diese selbsttätig für einen kurzen Augenblick an Erde gelegt wird und, falls nach Aufhebung der Schutzerdung der Erdschluß noch besteht, eine dauernde Erdung in der Zentrale eintritt*). Eine Vereinfachung der Anordnung besteht darin, daß beim Auftreten des Erdschlusses in einer Phase diese durch einen Hilfsschalter an einen allen Phasen gemeinsamen Haupt-Erdungsschalter gelegt wird, der die vorübergehende und auch die dauernde Erdung herbeiführt. Dadurch erspart man von den drei Hauptschaltern deren zwei. Eine andere Abänderung geht dahin, den Eintritt der dauernden Schutzerdung nicht nur von dem Zustand des Schaltmechanismus abhängig zu machen, der durch die vorher stattgefundene vorübergehende Schutzerdung hergestellt wurde, sondern auch von der seither verstrichenen Zeit. Die Anzahl der vorübergehenden Schutzerdungen wird dadurch beschränkt.

(D. R. P. Nr. 289 214, 291 437, 297 609.)

Eine Schaltung für Starkstromrelais mit Wechselstromauslösung gibt die A. G. Brown, Boveri & Cie. an. Der Schalter *s* soll beim Überschreiten eines bestimmten Stromwertes geöffnet werden. Zu diesem Zweck ist eine Erregerspule *e* des Zeitrelais *z* (Abb. 27) an die Sekundäre eines Stromwandlers *t* angelegt; in Reihe dazu liegt die Auslösespule *a* des Schalters, aber durch die Kontakte *c* des Relais *r* kurzgeschlossen. Spricht bei Überstrom das Relais *z* an, so wird nach einer gewissen Zeit das aufgewickelte Gewicht *g* den Kontakt *k* schließen und dadurch das Relais *r* erregen, zufolge der transformatorischen Wirkung der Spulen *e* und *h*. Das Relais *r* hebt den Kontakt *c* ab und erregt Spule *a*, mithin wird die Feder *f* den Schalter *s* auslösen.

(D. R. P. Nr. 293 909.)

Als Bestandteile von Sicherungsanlagen sind die Luftdrosselspulen zu erwähnen. Die Siemens-Schuckert-Werke stellen solche als Reaktanzen dienende Spulen aus mehreren parallelen Lagen her, deren einzelne Wicklungszweige wie eine mehrgängige Schraube ineinandergeschachtelt sind. Die Anfänge und Enden der Zweige der Spule sind gleichmäßig über den Kreisumfang versetzt.

(Schw. P. Nr. 74 790.)

Wenn in einer mehrphasigen Drosselspule mit geerdetem Nullpunkt Erdschluß in einer Phase auftritt, so ist diese Phase kurzgeschlossen und die Transformatorsäule magnetisch ausgeschaltet. Da die anderen Phasen jetzt die $\sqrt{3}$mal höhere Spannung erhalten, so muß die Spule von vorneherein stärker dimensioniert sein und außerdem muß eine vierte Säule für den magnetischen Rückschluß vorgesehen sein. Die Firma empfiehlt nun, in die vom Neutralpunkt der Drossel ausgehende Erdleitung eine auf dem vierten Schenkel aufgebrachte Wicklung anzuordnen. Hiedurch kann, wie sich nachweisen läßt, eine bedeutende Ersparnis an aktivem Material erzielt werden.

(D. R. P. Nr. 294 964.)

Anschließend seien einige Patente über Hochspannungsschaltanlagen angeführt.

Bei der in Abb. 28 dargestellten bekannten Anordnung ist eine Hauptschiene und eine Hilfsschiene vorgesehen und beide durch einen Hauptschalter *I* verbunden, der als Ölschalter ausgebildet ist und die auftretenden Kurzschlüsse sicher ein- und ausschaltet. *II* sind Linienschalter, *III* sind Hilfsschalter, sie sind klein und werden als Luftschalter ausgeführt. Um eine Leitung anzuschließen, wird zuerst *III* geschlossen, hierauf *I*, dann *II*, endlich wird *III* geöffnet und dann *I* geöffnet. Soll eine Leitung abgetrennt werden, so schließt man *III* und dann *I*; nun öffnet man *II*, hierauf *I* und endlich *III*. Die Reihenfolge der Schaltungen wird durch eine Schaltwalze von Hand aus oder motorisch vorgenommen (Kommandogeber). Dieser Schaltvorgang nimmt aber auf Störungen im Netz keine Rücksicht. Nach der weiteren Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft wird an Stelle einer gemeinsamen Walze auf die Welle jedes Schalters eine Schaltwalze gesetzt, deren Bewegung erst den Ein- und Ausschaltkontakt für den nächsten Schaltvorgang schließt. Zu diesem Zweck erhalten die Schaltwalzen Hilfskontakte, die einander das Kommando weitergeben. (Ö. P. Nr. 73 913, 73 914.)

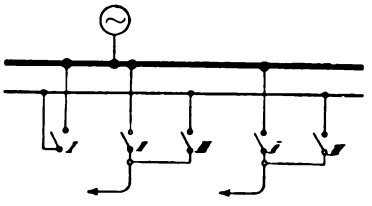


Abb. 28.

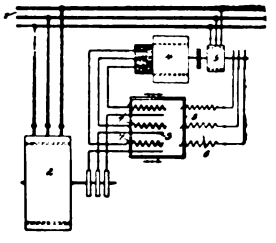


Abb. 29.

Es ist bekannt, beim Ein- und Ausschalten von Leitungen, die große Energiemengen führen, Schutzwiderstände zur Verhütung von Überspannungen bei den Schaltvorgängen zu verwenden. Es ist auch zur Vereinfachung und Verbilligung bekannt, einen gemeinsamen Schutzwiderstand für mehrere Leitungen oder Maschinen zu verwenden, welcher an den Schalter durch einen Hilfsschalter angelegt wird, und zwar dann, wenn die betreffende Leitung oder Maschine an- oder abgeschaltet wird. Gemäß der Erfindung der Firma werden diese beiden Schalter zwangläufig miteinander verbunden, so daß sie beim Einschalten und beim Ausschalten in der richtigen Reihenfolge arbeiten und eine falsche Bedienung unmöglich machen; der gemeinsame Schutzwiderstand kann dann auch für die selbsttätige Abschaltung der Maschinen (Leitungen) bei Überstrom oder Kurzschluß nutzbar gemacht werden. (D. R. P. Nr. 294 727.)

Regulierung von Wechselstrom- und Drehstrommotoren.

Von der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Hermann Pöge in Chemnitz wird ein Schaltwerk für das Anlassen von Drehstrommotoren angegeben, bei dem von einer Steuerwelle aus zwei Malteserkreuzsegmente in bestimmter Reihenfolge gedreht werden. Das eine Segment ist mit der Antriebsvorrichtung für den Statorschalter, das andere mit der Kurzschluß- und Bürstenabhebevorrichtung für den Rotor verbunden.

(D. R. P. Nr. 291 821.)

Von der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft in Wien ist im Ö. P. Nr. 51 911 vorgeschlagen worden, Drehstrommotoren dadurch dem jeweils gesteigerten Kraftbedarf der angetriebenen Arbeitsmaschinen anzupassen, daß durch eine Umschaltvorrichtung eine höhere Spannung dem Motor aufgedrückt wird. Diese Einrichtung wird dahin vereinfacht, daß vom Stator Anzapfungen nach außen zu einem Umschalter führen. Soll der Motor ein stärkeres Drehmoment liefern, so wird die Netzspannung an die Anzapfung des Stators gelegt und dadurch das Feld im Motor, mithin das Drehmomemt erhöht. Bei normalem Drehmoment legt der Umschalter die Netzspannung an die ganze Statorwicklung. (Ö. P. Nr. 73 132.)

Um einen Asynchronmotor mit Gleichstromerregung zu bremsen, erhält nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft der Stator des Motors zwei getrennte verschiedenpolige Statorwicklungen und entsprechende Rotorwicklungen; der eine Satz dient für den Betrieb, der andere für das Bremsen. Die Bremsschaltung wird ohne vorhergehende Unterbrechung der Wechselstromarbeitsschaltung und ohne Unterbrechung des Drehmomentes hergestellt. Für die Betriebsschaltungen und für die Bremsschaltung sind Schaltwalzen vorgesehen, die miteinander derart verriegelt sind, daß die Betriebsschaltwalze nur dann in die Ausschaltstellung gebracht werden kann, wenn die Bremsschaltwalze eingeschaltet ist.

(D. R. P. Nr. 299 477.)

Um die Drehrichtung eines Asynchronmotors zu ändern, müssen zwei Phasen vertauscht werden. Bei Umsteuerung durch Schütze muß dafür gesorgt sein, daß das eine Schütz erst einschalten kann, wenn das andere bereits ausgeschaltet hat. An Stelle einer bekannten mechanischen Verriegelung der Schütze, die nicht zuverlässig wirkt, empfiehlt die Firma eine elektrische. Die beiden Zugspulen der Schütze erhalten den Einschaltstrom über die Statorwicklung, sie können also nur be-

*) Vgl. das Referat E. u. M. 1916, Seite 325.

Digitized by Google

stromlosem Stator einschalten. Führt der Stator Strom, so ist die eine Zugspule kurzgeschlossen und daher das Schütz unwirksam. (D. R. P. Nr. 297 472.)

Um den Gleichlauf von Drehstromasynchronmotoren, die mechanisch parallel laufen, zum Beispiel gemeinsam ein Werkstück heben, zu erzielen, werden nach der Erfindung der Siemens-Schuckertwerke die Läuferwicklungen aller Motoren sofort nach dem Einschalten parallel geschaltet. Diese Parallelschaltung bleibt für die ersten drei bis vier Anlaufstufen aufrecht, so lange nämlich, als Drehmomentstöße Störungen des Drehzahlverhältnisses während des Hauptstromverhaltens der Motoren verursachen könnten. Hierauf werden die Läufer der Motoren einzeln geregelt. Für diese ersten Stufen sind gemeinsame Anlaßwiderstände, für die anderen getrennte vorgesehen. (D. R. P. Nr. 297 790.)

Eine weitere Erfindung der Firma hat die Verbesserung der Phasenkompensation für asynchrone Drehfeldmaschinen, die mit Serien-Phasenverschiebern zusammenarbeiten, und zwar für geringe Belastung, zum Zweck. Die Stromstärken in den Ankern der Phasenschieber werden dadurch auch für geringe Belastung hochgehalten, daß einzelne Stromzweige in der Drehfeldmaschine (zum Beispiel die wirksame Leiterzahl im Stator oder Rotor der asynchronen Drehfeldmaschine bezw. in beiden) für die verschiedenen Belastungen abwechselnd hintereinander und nebeneinander geschaltet werden. Bei normaler Belastung werden die Wicklungsteile in Reihe, bei geringer Belastung parallel geschaltet. (D. R. P. Nr. 298 728.)

Für Asynchronmotoren zum Walzwerksantrieb, die durch Rotorwiderstände in der Drehzahl geregelt werden und durch Phasenschieber eine Verbesserung des Leistungsfaktors erfahren, gibt die Firma eine neue Schaltung an. Der am Netz 1 (Abb. 29) liegende Motor 2 wird durch Widerstände 3 im Rotorkreis geregelt; an letzteren ist der Phasenschieber 4 angelegt, vom Drehstrommotor 5 angetrieben, wobei die Tourenzahl des letzteren durch die Widerstände 6 geregelt wird. Die Regelkontakte 7 und 8 beider Widerstände sind miteinander verbunden. Wird zum Beispiel Widerstand 3 vergrößert, so wird 6 verkleinert und damit die Drehzahl des Phasenschiebers so erhöht, daß er die zur richtigen Phasenkompensation vom Hauptmotor 2 nötige Spannung liefern kann. (D. R. P. Nr. 303 428.)

Von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. in Berlin wird eine Einrichtung zur Erzielung des synchronen Laufes bei Elektromotoren angegeben, wobei die Motoren nach Einschaltung automatisch anlaufen und ohne Umschaltung in synchronen Lauf kommen. Die Einrichtung besteht darin, daß dem Motor ein Generator zugeordnet ist, beide mit Schleifringen und Kommutator versehen sind, wobei die Kommutatoren untereinander und die Schleifringe untereinander leitend verbunden sind. Die Felder beider Maschinen liegen an dem gleichen Gleichstromnetz. Beim Anschalten des Motors an den von einer Antriebsmaschine mit einer durch die Periodenzahl des wirksamen Wechselstromes bestimmten Tourenzahl angetriebenen Generator läuft der Motor als Gleichstrommotor an. Durch Bemessung des Feldes wird erreicht, daß seine Tourenzahl als Gleichstrommotor höher ist, als wenn er als reiner Synchronmotor laufen würde. Wird beim Anlauf die synchrone Tourenzahl erreicht, so kommt der Motor automatisch in Synchronismus und die Drehzahl steigt nicht weiter an. (D. R. P. Nr. 297 078.)

Auch bei dem von Rudolf Richter in Durlach (Baden) angegebenen Wechselstrom-Kommutatormotorantrieb wird der Anlauf durch Überlagerung von Gleichstrom erleichtert. In Reihe mit dem am Wechselstromnetz oder an einem Leistungstransformator liegenden Kommutatormotor ist ein kleiner Gleichstrom-Hauptschlußgenerator mit Fremderregung durch eine Batterie und gesonderten Antrieb vorgesehen, dessen Leistung nur wenige Prozente der des Hauptmotors ausmacht. Der Generator liefert in den Motor einen Gleichstrom, der im Anlauf ein Drehmoment erzeugt, das das vom Wechselstrom herrührende unterstützt. Im weiteren Verlauf sinkt der Gleichstrom und das von ihm ausgeübte Drehmoment zufolge der ansteigenden Gegen-EMK des Wechselstrommotors. (D. R. P. Nr. 296 039.)

Wenn mehrere parallel geschaltete Wechselstrom-Reihenschlußkollektormotoren mechanisch miteinander gekuppelt sind, zum Beispiel durch die Wagenachsen, so nehmen sie gewöhnlich wegen mechanischer Ungleichheiten verschiedenen Strom auf und entwickeln verschiedene Zugkraft. Dies wird nach der Erfindung der Bergmann Elektrizitäts-Werke A. G. in Berlin dadurch verhindert, daß jedem Motor eine Hilfsspule zugeordnet ist und die Hilfsspulen transformatorisch miteinander verkettet sind. In der Hilfsspule entsteht dann bei unrichtiger Stromverteilung eine Zusatzspannung, die sich bei zu schwachem Strom im Motor zur Betriebsspannung addiert, bei zu starkem von ihr abzieht. Dadurch werden die Ströme in den parallel geschalteten Motoren gleich stark. (D. R. P. Nr. 299 585.)

Vereins-Nachrichten.

Einladung zur außerordentlichen Generalversammlung,

welche Mittwoch, den 11. Dezember 1918, um 6 h abends im Festsaale des Niederösterreichischen Gewerbevereines, Wien I, Eschenbachgasse 11, stattfinden wird.

Tagesordnung:

1. Abänderung des § 5 der Vereinsstatuten (Pflichten der Mitglieder);
2. Festsetzung der ab 1. Jänner 1919 geltenden Eintrittsgebühr und jährlichen Mitgliedsbeiträge.

Im Falle zur angegebenen Zeit die Generalversammlung nicht beschlußfähig sein sollte, wird im Sinne des § 8 der Vereinsstatuten eine halbe Stunde später eine neue Generalversammlung mit derselben Tagesordnung abgehalten werden, welche unter allen Umständen beschlußfähig ist.

Nach der Generalversammlung Vortrag des Herrn Dr. Ing. Karl Sachs (Baden, Schweiz) über: „Die Einrichtung des elektrischen Bahnbetriebes in der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der Elektrisierung der Gotthardbahn“ (mit Lichtbildern).

Anträge des Vereinsausschusses:

Zu Punkt 1 der Tagesordnung: Die Generalversammlung wolle beschließen, daß an Stelle des § 5 der Vereinsstatuten (Pflichten der Mitglieder) folgende Bestimmungen treten:

„Jedes Mitglied ist verpflichtet, an die Vereinskassa bei seiner Aufnahme eine Eintrittsgbühr und während seiner Mitgliedschaft einen jährlichen Beitrag zu leisten.

Die Festsetzung der Höhe der Eintrittsgebühr und des jährlichen Beitrages erfolgt durch die Generalversammlung.

Jene Mitglieder, bei welchen die Kosten für den Versand der Zeitschrift die für Österreich betragenden Kosten übersteigen, haben außer dem jährlichen Beitrag auch diese Mehrkosten zu bezahlen.

Der Jahresbeitrag ist bis zum 15. Dezember für das ganze darauffolgende Jahr im voraus zu entrichten.

Es ist den ordentlichen Mitgliedern gestattet, die Zahlung von Jahresbeiträgen durch einen einmaligen Betrag von K 300 abzulösen.

Geleistete Beträge werden nicht rückvergütet.

Korrespondierende und Ehrenmitglieder sind nicht verpflichtet, dem Vereine Geldbeiträge zu leisten.“

Bisherige Fassung des § 5.

„Jedes Mitglied ist verpflichtet, an die Vereinskassa bei seiner Aufnahme eine Eintrittsgebühr und während seiner Mitgliedschaft einen jährlichen Beitrag zu leisten. Die Eintrittsgebühr beträgt derzeit K 4. Der Jahresbeitrag beträgt derzeit:

a) für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen, K 24;

b) für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch in Österreich oder Ungarn wohnen, K 15;

c) für außerordentliche Mitglieder, K 10;

d) für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15;

e) für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder Fr. 20.

Für die Bemessung des Jahresbeitrages ist der ordentliche Wohnsitz am 1. Jänner des betreffenden Jahres maßgebend. Die Eintrittsgebühr ist spätestens vier Wochen nach dem Eintritte, der Jahresbeitrag mindestens vierteljährig im vorhinein zu bezahlen.

Es ist den ordentlichen Mitgliedern gestattet, die Zahlung von Jahresbeiträgen durch eine einmalige Zahlung von K 300 abzulösen.

Geleistete Beträge werden nicht rückvergütet. Korrespondierende und Ehrenmitglieder sind nicht verpflichtet, dem Verein Geldbeiträge zu leisten.“

Zu Punkt 2 der Tagesordnung: Die Generalversammlung wolle beschließen, daß im Sinne der neuen Fassung des § 5 der Vereinsstatuten die von den Mitgliedern an die Vereinskassa zu leistenden Gebühren und Beiträge ab 1. Jänner 1919 wie folgt festgesetzt werden:

„1. Die Eintrittsgebühr mit K 4.

2. Der jährliche Beitrag für ordentliche Mitglieder mit K 24, für außerordentliche Mitglieder mit K 15.“

Die bis nun geltenden Beiträge sind der vorangeführten bisherigen Fassung des § 5 der Vereinsstatuten zu entnehmen.

Die Generalversammlung wolle weiters beschließen, daß der in der neuen Fassung des § 5 der Vereinsstatuten für die Bezahlung der Mitgliedsbeiträge festgesetzte Termin für die Mitgliedsbeiträge des Jahres 1919 ausnahmsweise bis 15. Februar 1919 erstreckt wird.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
1. Dezember 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 48.
36. Jahrgang.

INHALT:

Das Beleuchtungswesen in der Architektur. Von Dr. Lux, Berlin 521
Neuerungen auf dem Gebiete der Mehrfachtelegraphie 525
Rundschau 527
Vereins-Nachrichten 528

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Das Beleuchtungswesen in der Architektur.

Von **Dr. Lux**, Berlin*).

Anläßlich der gemeinschaftlichen Sitzung des Architektenvereins zu Berlin und der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft im November 1916 hatte der Vortragende bereits über einige der Beziehungen gesprochen, die Architektur und Beleuchtungswesen miteinander verknüpfen[1]). Da damals die ästhetischen Gesichtspunkte im Vordergrunde standen, die theoretischen und rein beleuchtungstechnischen Fragen aber nur gestreift wurden, holte der Vortragende das damals Versäumte nach. Zunächst skizzierte er die Aufgaben, die in dem Zusammenwirken von Architekten und Beleuchtungstechniker zu erfüllen sind, und die sich im wesentlichen auf die Aufstellung von Bedingungen für eine gute und ausreichende Beleuchtung erstrecken. Die Aufgabe besteht darin, eine Erhellung der Räume zu schaffen, die dem Auge zuträglich ist, die die Arbeit fördert, und die zugleich die Verhütung von Unfällen sichert. Das gilt in gleicher Weise für die Zuführung von Kunstlicht wie von Tageslicht. Um alle Härten zu vermeiden, wird man sich bei der Aufstellung der Anforderungen an eine gute und ausreichende Beleuchtung zunächst mit Minimalansprüchen begnügen müssen. Übertriebene Anforderungen würden auf lebhaften Widerspruch vor allem bei den Besitzern älterer Gebäulichkeiten stoßen, und wir würden leicht Gefahr laufen, daß eine gesetzliche Regelung, die doch letzten Endes anzustreben ist, unmöglich gemacht wird. Wenn aber irgendwie unmittelbare Schädigungen des Auges oder Unfallsgefahr zu befürchten sind, dürften unter keinen Umständen Konzessionen zulässig sein.

Unter diesen allgemeinen Gesichtspunkten ist zu verlangen, daß jeder Raum eine seinen Zwecken entsprechende Beleuchtung erhalten muß, die entweder eine Allgemeinbeleuchtung oder eine Platzbeleuchtung oder eine Verbindung beider Beleuchtungsarten sein kann. Die Allgemeinbeleuchtung soll es ermöglichen, sich mit Sicherheit in dem Raume zu bewegen und Gegenstände zu erkennen; bei Arbeits- oder Platzbeleuchtung muß es möglich sein, die jeweiligen Arbeiten mühelos und ohne Augenanstrengung zu verrichten.

In Räumen von untergeordneter Bedeutung soll die Allgemeinbeleuchtung, gemessen in 1 m über dem Fußboden, mindestens 1 Lux betragen, auf Vorplätzen und Treppenhäusern sind mindestens 5 Lux zu verlangen und in Arbeitsräumen für zahlreiche Personen mindestens 10 Lux. Wesentlich höher sind die Ansprüche an die Platzbeleuchtung. Sie soll 10 bis 20 Lux für grobe Arbeiten, 25 bis 50 Lux für Schreiben und Lesen, 50 bis 100 Lux für Zeichnen, Sticken, Uhrmacher- und Feinmechanikerarbeiten betragen. Bei der Bearbeitung dunkler Stoffe sind die Beträge um 50% zu erhöhen.

In ihrer Nacktheit haben die hier festgelegten Zahlen allerdings erst einen sehr geringen Wert, denn wir verlangen von der Beleuchtung nicht nur, daß sie an einer bestimmten Stelle ausreichend sein soll, sie soll ja auch gut und für die Förderung der Arbeit und für die Augen zuträglich sein. Deshalb ist weiter zu fordern, daß die Allgemeinbeleuchtung weder vollkommen zerstreut (schattenlos) sein soll, noch daß scharfe Schlagschatten auf dem Fußboden, den Wänden und den im Raume befindlichen Gegenständen entstehen. Denn bei vollkommen zerstreuter Beleuchtung wird das Raumgefühl unsicher, und beim Vorhandensein scharfer Schlagschatten, also starker Kontraste in der Beleuchtung, wird die Unterscheidungsfähigkeit herabgemindert, und es gesellen sich noch unmittelbar schädigende Einwirkungen auf das Auge und das gesamte Nervensystem hinzu; denn ist das Auge gezwungen, sich bei jeder Kopfbewegung anderen Helligkeitseinwirkungen anzupassen, so erzeugen die wechselnden Reize Müdigkeitserscheinungen des Auges und allgemeine nervöse Abspannung.

Die Forderung, daß keine scharfen Schlagschatten entstehen sollen, ist allerdings reichlich unbestimmt, und man müßte die noch zulässigen Kontraste in der Weise bestimmt definieren, daß bei zwei etwa 1 cm voneinander liegenden Flächenelementen die Helligkeitswerte ein bestimmtes Verhältnis nicht überschreiten dürften. Leider ist hier eine zahlenmäßige Festlegung noch nicht möglich, und es muß auch hervorgehoben werden, daß die Angabe einer einfachen Verhältniszahl nicht für alle Fälle genügen würde, da sich der Einfluß der Kontrastwirkungen ganz beträchtlich mit den absoluten Helligkeitswerten ändert. Jeder absoluten Helligkeitsstufe entspricht eine bestimmte Netzhautempfindlichkeit, und auf jeder Stufe sind gewisse Kontraste der Helligkeiten erträglich, die es auf anderen Stufen nicht sind. Es ist weiter bekannt, daß bei der Beleuchtung eines Raumes, in dem starke Kontraste auftreten, etwa in einer Maschinenwerkstätte, erheblich mehr Licht und eine höhere Helligkeitsstufe erforderlich sind als zur Beleuchtung eines Raumes, in dem nur milde Kontraste vorhanden sind. In einem Raume, in dem blendende Flecken und dunkle Schatten miteinander wechseln, wird die Netzhautempfindlichkeit stark herabgemindert; bei der Verminderung der Empfindlichkeit aber wird instinktiv eine vermehrte Beleuchtung beansprucht. Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich bei der Festlegung der zulässigen Helligkeitsschwankungen an derselben Stelle, etwa bedingt durch Spannungsschwankungen im Netz oder durch Druckschwankungen in der Gasleitung. Vollziehen sich die Änderungen im Verlaufe längerer Zeiträume, so werden sie wegen der Adaptionsfähigkeit der Netzhaut und wegen der Kontraktions-

*) Vortrag, gehalten auf der 5. Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft in Berlin am 21. September 1918.

[1]) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 18.

Digitized by Google

fähigkeit der Pupille kaum wahrgenommen. Sie können aber unerträglich werden, wenn sie sich in kurzen Zeitabständen wiederholen. Auch hier spielen dann noch die absoluten Helligkeitswerte eine wichtige Rolle. Sind sie sehr hoch, so werden selbst beträchtliche prozentuale Schwankungen kaum wahrgenommen, während bei niedrigeren Helligkeitsstufen die gleichen prozentualen Schwankungen schon unerträglich werden können. Auch für die periodischen Lichtschwankungen vom vollen Werte auf Null und umgekehrt, wie sie bei der Beleuchtung mit von Wechselstrom gespeisten Lichtquellen auftreten, sind die zulässigen Grenzen festzulegen. Man nimmt hier allgemein an, daß unter 25 Per/s nicht heruntergegangen werden dürfte. Dieser Wert trifft bei der Verwendung von 32 kerzigen Kohlenfadenlampen zu, bei einer gleich starken Metallfaden-Vakuumlampe ist die kritische Periodenzahl 30. Diese Feststellungen sind von Simons in La Plata bei direkter Beobachtung der betreffenden Lichtquellen gemacht worden[2]). Sie sind aber noch zu erweitern durch Beobachtungen an beleuchteten Flächen von verschiedener Helligkeit.

Solange für die erwähnten drei Punkte, die die Güte der Beleuchtung bestimmen, noch keine endgültigen Festlegungen erfolgt sind, wird man sich notgedrungen mit Forderungen behelfen müssen, die, wenn auch wenig bestimmt, doch wenigstens die Qualität der Beleuchtung charakterisieren.

Im engen Zusammenhange mit der Forderung einer bestimmten Minimalbeleuchtung steht auch die andere Forderung: durch die Anordnung der Lichtquellen jede Blendung auszuschließen, die — abgesehen von direkten Schädigungen des Auges — auch die Anforderung an die Beleuchtungsquantität erhöht. Diese Anforderung ist allerdings erst akut geworden, als die älteren Beleuchtungsmittel, die offenen Gasflammen und die Kohlenfadenlampen durch das Gasglühlicht und die Metallfadenlampen mit ihrer um ein vielfaches höheren Flächenhelle verdrängt worden sind. Bell und Stockhausen haben als obere Grenze der zulässigen Flächenhelle 0·85 bis 0·75 HK/cm² angegeben[3]). Nach Cravath ist die Grenze 0·18 HK/cm² [4]), und nach dem 12. Berichte des Jll. Eng. Soc.-Committee on glare[5]) wird als Höchstwert 0·09 HK/cm² angegeben. Hiernach hätten alle künstlichen Lichtquellen, einschließlich der Kerze und selbst des Moorelichtes eine Flächenhelle, die viel zu hoch ist, als daß sie ungeschützt auf das Auge einwirken dürften, wenn dieses nicht geblendet werden soll. Aber auch hier ist auf den Adaptionszustand des Auges Rücksicht zu nehmen. Während man in dunkler Nacht schon geblendet wird, wenn plötzlich die Strahlen einer Stallaterne auf das Auge fallen, kann man bei Tage dreist in den Strahlengang eines Scheinwerfers mit einer 200 A-Bogenlampe hineinblicken.

Die Frage der Blendung durch unabgeschirmte Lichtquellen ist in der Bel.-Ges. bereits von verschiedenen Seiten behandelt worden, so unter anderem von Geh. Rat Reichenbach[6]) und Dr. Ing. N. A. Halbertsma[7]). Unter Anlehnung an diese Autoren ist zu verlangen, daß bei Platzbeleuchtung keine unserer künstlichen Lichtquellen unabgeschirmt benutzt werden darf; und auch bei der Allgemeinbeleuchtung, selbst bei der Straßenbeleuchtung — von der Schaufensterbeleuchtung ganz zu schweigen — sollten unabgeschirmte Lichtquellen nur dann zur Anwendung kommen, wenn sie in großer Entfernung vom Auge angebracht werden können.

Auch bei der künstlichen Beleuchtung sind die aufgestellten Bedingungen zu erfüllen. Von einzelnen betrübenden Ausnahmefällen abgesehen, ist hier das Bestreben unverkennbar mit den modernen Schulbauten, den Geschäfts- und Bureauhäusern, den Fabriksgebäuden usw., den modernen Ansprüchen der Hygiene, wozu vor allem eine ausreichende Beleuchtung gehört, gerecht zu werden. Hier decken sich auch die gesundheitlichen Anforderungen mit den praktischen Erfahrungen, nachdem die inneren Zusammenhänge zwischen gesteigerter Leistungsfähigkeit und guter Beleuchtung erkannt worden sind.

Nur zu häufig scheitert freilich der gute Wille an technischen und theoretischen Schwierigkeiten, die als richtig erkannten und anerkannten Forderungen der Beleuchtungshygiene auch in der praktischen Ausführung zu verwirklichen.

Bei der künstlichen Beleuchtung kann man schließlich noch Korrekturen vornehmen, wenn die nachträglichen Beleuchtungseinrichtungen erweisen, daß die geplante Anlage nicht ausreichend ist. Fehler in der Bemessung der Fensterflächen, in der Einteilung des Grundrisses sind nachträglich nicht mehr gutzumachen. Hier ist also die Vorausberechnung der erzielbaren Beleuchtung noch wichtiger als bei der Installation der künstlichen Lichtquellen.

Die Vorausberechnung der Beleuchtung ist freilich durchaus nicht einfach und zuverlässig, denn weder für die künstliche noch für die natürliche Beleuchtung gibt es bisher einwandfreie Methoden, um mit voller Sicherheit das gewünschte Ziel zu erreichen. Man ist deshalb vielfach gezwungen, sich mit Schätzungen und Annäherungen zu begnügen. Diese Schätzungen würden erheblich an Wert und Bedeutung gewinnen, wenn, mehr als bisher, größere — und nicht bloß mustergültige — Beleuchtungsanlagen in der gleichen Ausführlichkeit beschrieben werden würden, wie das Dr. Bertelsmann in der Bel.-Ges. für eine Schulbeleuchtung[8]) getan hat. Solche Beschreibungen, die natürlich von sorgfältigen Beleuchtungsmessungen begleitet sein müssen, würden dem Praktiker allmählich ein zuverlässiges Material für die Projektierung von Neuanlagen liefern, mit dem er seine Berechnungen überprüfen und berichtigen könnte. Leider ist hiefür in Deutschland zur Zeit noch wenig Interesse vorhanden, während die Amerikaner sehr bald den Wert solcher Beschreibungen erkannt haben.

Bei der eigentlichen Rechnung kann man nun entweder von der Lichtstärke ausgehen, die die Lichtquellen unter verschiedenen Winkeln aussenden, also von der Lichtverteilungskurve, oder aber von dem Lichtstrome, der erforderlich ist, um eine bestimmte Fläche mit der gewünschten Beleuchtung zu versehen. Man unterscheidet die beiden Berechnungsarten als die Punkt- und die Lichtstrommethode. Beide Methoden sind eingehend in den verbreiteten Lehrbüchern der Photometrie von Liebenthal[9]) und Uppenborn-Monasch[10]) behandelt.

[2]) E. T. Z. 1917; vgl. E. u. M. 1917, Seite 592.
[3]) Zeitschr. f. Bel. 1910, XVI., Seite 85.
[4]) Electrical World 1915, LXVI., Seite 519.
[5]) Transactions Ill. Eng. Soc. 1916, XI., Seite 38.
[6]) Zwölfte Mitgliederversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft am 16. Februar 1918. Vgl. E. u. M. 1918, Heft 21, Seite 240.
[7]) Vierte Jahresversammlung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft am 15. September 1917; vgl. E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 18.
[8]) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 252.
[9]) E. Liebenthal, „Praktische Photometrie". Braunschweig 1907, Vieweg & Sohn.
[10]) Uppenborn-Monasch, „Lehrbuch der Photometrie". München und Berlin 1912.

Digitized by Google

Sie leisten im Grunde gleich viel. Die Lichtstrommethode erscheint aber doch einfacher und anschaulicher. Die Punktbeleuchtungsformel $E = J \cdot \cos i/r^2$ oder $E = J \cdot \cos^3 i/h^2$ hat zwar den unleugbaren Vorzug, daß der Abstand des beleuchteten Flächenstückes von der Lichtquelle bezw. die Aufhängehöhe der Lichtquelle in Erscheinung tritt; aber die Flächenbeleuchtungsformel $E = \Phi/F$ erschließt doch weit unmittelbarer den Kern des Problemes und sie ist auch vor allem für Lichtquellen anwendbar, die erheblich von der Punktform abweichen.

Die Abneigung gegen die Lichtstrommethode rührt wohl, wie Teichmüller nicht mit Unrecht annimmt, davon her, daß der Raumwinkel, der, von einer Lichtquelle ausgehend, von der zu beleuchtenden Fläche überspannt wird, nicht auf einfache Weise gemessen werden kann. Um diese Messung zu erleichtern, hat Teichmüller seine Raumwinkelkugel angegeben, die in E. u. M. 1918, Seite 261 eingehend beschrieben und in ihrer Anwendungsweise erläutert ist. Durch die Raumwinkelkugel von Teichmüller wird die Vorausberechnung der Beleuchtung sehr erleichtert.

Punktmethode und Lichtstrommethode sind aber nur dann anwendbar, wenn die Reflexion von Decken und Wänden keine erhebliche Rolle spielt. Grade darin liegt die Schwäche beider Methoden, denn beleuchtete Innenräume ohne Mitwirkung des Reflexlichtes von Decken, Wänden und Einrichtungsgegenständen gibt es schlechthin nicht. Man ist deshalb, da sich diese Reflexwirkung jeder mathematischen Behandlung entzieht, immer wieder auf Schätzungen angewiesen, die unter Umständen die ganze Berechnung illusorisch machen können.

Die Punktmethode wird gegenwärtig fast nur noch für die Berechnung der Straßenbeleuchtung angewandt, wo wegen der Aufhängehöhe die Lichtquellen als punktförmig angenommen werden können und wo tatsächlich die Reflexwirkung von den Häusern keine nennenswerte Rolle spielt. Die Lichtstrommethode dagegen kann, wenn man sich mit einer ersten Annäherung begnügt, sehr wohl zur Projektierung von Beleuchtungsanlagen in Innenräumen herangezogen werden. Sehr elegant ist hier die Ergänzung der Lichtstrommethode durch die Wirkungsmethode, die — von Amerika ausgehend — in Deutschland wohl zuerst von Halbertsma[11]) angewendet und ausgebaut worden ist. Der Gedankengang bei dieser Methode ist folgender:

Der Lichtstrom, der in die Lichtstromformel eingeht, ist ein Nettolichtstrom, das heißt der wirklich auf die Fläche auftretende Lichtstrom. Zur Erzeugung dieses Nettolichtstromes müssen die anzuwendenden Lichtquellen selbst einen höheren Lichtstrom liefern, weil ein Teil des erzeugten Lichtstromes durch Reflexion an den Reflektoren und durch Absorption in den Armaturen verloren geht und weil der übrigbleibende Lichtstrom zu einem beträchtlichen Teil nicht unmittelbar sondern auf dem Umwege über Decke, Wände und Einrichtungsgegenstände auf die zu beleuchtende Fläche auftrifft. Das Verhältnis des ausgenützten Lichtstromes zu dem erzeugten ist der Wirkungsgrad. Der wirkliche Lichtbedarf ist dann Φ brutto $= E F/\eta$. Der Wirkungsgrad ist nur empirisch zu bestimmen. Auch hiefür ist die vollständige Beschreibung ausgeführter und ausgemessener Beleuchtungsanlagen von großer Wichtigkeit. Der Wirkungsgrad hat je nach der Anwendung direkter, halbindirekter oder ganz indirekter Beleuchtung und je nach dem Reflexionsvermögen von Wand und Decke den Wert von 25 bis 50%; unter besonders günstigen Verhältnissen sind auch höhere Beträge ermittelt worden; niedrigere Beträge kommen dagegen in Gießereien, Schmieden und anderen verrußten Räumen vor.

Aus dem Wirkungsgrade und der erforderten Beleuchtung ergibt sich sofort der wirklich zu erzeugende Lichtstrom. Dieser Lichtstrom kann nun entweder mit starken Einzellichtquellen oder mit einer größeren Anzahl von kleinen Lichtquellen erzeugt werden. Die Wahl der einen oder anderen Beleuchtungsart richtet sich nach dem Verwendungszwecke des betreffenden Raumes, der ja von vornherein gegeben ist; aus ihm und dem Grundrisse, aus der Anordnung von Einrichtungsgegenständen, Maschinen, Transmissionen u. dgl. ergibt sich auch die ungefähre Verteilung der anzuwendenden Lichtquellen, und aus der Verteilung hinwiederum bestimmt sich die Größe der Lichtquellen und deren Anwendungsart, ob direkt, halbindirekt oder ganz indirekt.

Ausdrücklich zu bemerken ist hiebei, daß die Aufhängehöhe der Lichtquellen gar nicht in die Berechnung eingegangen ist. In der Tat spielt sie in der Praxis auch nur eine untergeordnete Rolle und beeinflußt den Wirkungsgrad so gut wie gar nicht. Die Aufhängehöhe muß berücksichtigt werden, wenn wirklich punktförmige Lichtquellen zur Anwendung kommen. Schon bei der Anwendung eines konischen Reflektors, so unzweckmäßig er jeweils auch sein mag, bei der Benutzung streuender Gläser oder Glocken hat — innerhalb der Grenzen, in denen die Aufhängehöhe überhaupt in den Räumen variiert werden kann — das quadratische Entfernungsgesetz gar keinen Einfluß mehr, so daß für alle normalen Fälle auf die Aufhängehöhe gar keine Rücksicht genommen zu werden braucht, und für nicht normale Fälle umso weniger, je größer der Raum im Verhältnis zur Aufhängehöhe ist. Bei komplizierteren Grundrißformen, wenn unterteilte Räume mit Nischen und Galerien, Treppenhäuser usw. in Betracht kommen, versagt auch die Lichtstrommethode ebenso wie jede andere mathematische Behandlung; hier läßt sich die Projektierung von Neuanlagen nur durch Heranziehung von durch sorgfältiges Ausprobieren mustergültig gewordener Anlagen erleichtern. Für einfachere Räume — und das ist immerhin die überwiegende Anzahl der Fälle — aber ist die Vorausberechnung der Beleuchtung doch wenigstens soweit zuverlässig, daß bei der Ausführung von Beleuchtungsanlagen heute die rohe Empirie nicht mehr ausschließlich das Wort zu führen braucht.

Anders dagegen liegt es noch immer mit der Vorausberechnung der natürlichen Beleuchtung, mit der Zuführung von Tageslicht in geschlossene Räume, die ganz außerordentliche Schwierigkeiten macht.

Ihren Grund hat diese Schwierigkeit hauptsächlich in den enormen Schwankungen des Tageslichtes, auf die wir ohne jeden Einfluß sind. Beleuchtungsunterschiede zwischen 1300 und 30.000 Lux können oft innerhalb weniger Minuten auftreten, wenn beispielsweise im Frühling ein Hagelsturm heraufzieht. Von den verschiedenen Faktoren, die die Änderung der Beleuchtung bestimmen, haben die Wolken den größten Einfluß. Eine helle Wolke, auf die die Sonne scheint, besitzt eine Helligkeit, die die des umgebenden Himmels weit übertrifft, und da eine solche Wolke ihre Stellung am Himmel wechselt, so wird sich ihre Helligkeit und ihre Fähigkeit, Beleuchtungen zu erzeugen, in kurzen Zwischenräumen erheblich ändern. Aus diesem Grunde hat es gar keinen Zweck,

[11]) „Fabriksbeleuchtung." München und Berlin 1918. R. Oldenbourg.

Digitized by Google

Regeln aufstellen zu wollen, um die Beleuchtung im Inneren eines Gebäudes unter bestimmten Bedingungen zu errechnen. Und ebenso ist es zwecklos, die Beleuchtungsgüte eines Gebäudes durch vereinzelte Tageslichtmessungen im Inneren an irgendeinem beliebigen Tage messen zu wollen, denn die Innenbeleuchtung folgt notwendig den dauernden Schwankungen im Freien.

Die Beleuchtung E irgend eines Platzes im Gebäudeinnern ist abhängig von der Helligkeit H des vorgelagerten Himmels, dem vom Platze aus sichtbaren Himmelsstücke in Raumwinkelgraden R und dem diffusen Wandlichte D, sowohl des Innenraumes als auch der vor den Fenstern befindlichen Mauern, Bäume usw. Der Ausdruck für diese Beziehungen ist die Gleichung

$$E = (R + D) \cdot H.$$

Die Größe $(R + D)$ ist es im wesentlichen, die die Lichtgüte eines Platzes bestimmt. Sie wird als Tageslichtfaktor bezeichnet. Von den beiden Komponenten des Faktors ist R konstant, während D nur mäßig veränderlich ist. Man braucht im allgemeinen nur mit einer Veränderlichkeit von D zu rechnen, die etwa 10 bis 20% beträgt. An Stelle der sehr schwankenden Werte der absoluten Beleuchtung eines Arbeitsplatzes ist es zweckmäßig, eine Messung von $(R + D)$ vorzunehmen, oder, was auf dasselbe herauskommt, E/H zu messen, was mit dem Thornerschen Lichtprüfer oder dem L. Weberschen Relativphotometer, wie es von Schmidt & Haensch gebaut wird, leicht ausführbar ist.

Das Problem des Messung diffusen Tageslichtes wird dadurch reduziert auf die Messung vom $R + D$ und von H. Kennt man die durchschnittliche Veränderung von H im Laufe des Tages und des Jahres, so gibt allein schon die Kenntnis von $R + D$ die Beleuchtungsstärke des untersuchten Platzes im Mittel für jede Stunde und jeden Tag. Die Bemessung des diffusen Tageslichtes besteht also in der Forderung, als Maß der Tagesbeleuchtung von Innenräumen den Tageslichtquotienten

$$q = \frac{E}{H} = R + D$$

festzusetzen.

Das Material für die durchschnittliche Größe von H liegt für unsere Breiten in den durch Jahrzehnte fortgesetzten Messungen von L. Weber vor. Hat man durch Messungen in einem Raume den Tageslichtquotienten bestimmt, so gibt die Multiplikation mit den aus den Tabellen oder den Kurven zu entnehmenden Mittelwerten der Außenbeleuchtung die Platzbeleuchtung E. Durch die Festlegung des Tageslichtquotienten ist man demnach in der Lage, das erforderliche Beleuchtungsminimum, das selbst an den lichtärmsten Tagen vorhanden sein muß, eindeutig zu fixieren.

Umgekehrt kann man aber nach diesen Festlegungen an die Vorausberechnung von Fensteröffnungen und Raumtiefe herantreten. Geht man von dem Jahresmittel des Wertes H aus, oder unter besonderen Verhältnissen, wie für Museen, Demonstrationssälen in Schulen u. dgl. von dem Mittel im lichtärmsten Monate, und teilt man der erforderlichen Beleuchtung E einen bestimmten Wert zu, etwa 25 oder 50 Lux, so kann man aus dem Tageslichtquotienten den Raumwinkel des sichtbaren Himmelsstückes ermitteln, der an jedem Platze vorhanden sein muß. Hiebei wird man dem diffusen Wandlichte zunächst gleichfalls einen bestimmten Anteil von etwa 10 bis 20% des Raumwinkels zuteilen müssen, um dann später, bei genauerer Rechnung, die erforderlichen Korrekturen vorzunehmen.

Handelt es sich beispielsweise um die Planung eines Gebäudes in einer bereits bebauten Straße mit gegenüberliegenden Baulichkeiten, so wird man zweckmäßig konstruktiv vorgehen. Hat man etwa Form und Größe der Lichtöffnung angenommen, so kann man die Größe des entsprechenden Bildes auf der Platte des Raumwinkelmessers berechnen und feststellen, ob die erforderliche Zahl von Raumwinkelgraden vorhanden ist. Und umgekehrt kann man, wenn man von der letzteren Größe ausgegangen ist, oder sie durch Abzug des mittleren Wertes des diffusen Wandlichtes korrigiert hat, die Abmessungen der erforderlichen Fensteröffnungen ermitteln. Für eine Reihe von einfacheren Fällen hat Haenert[12]) die bezüglichen Rechnungen durchgeführt und er hat auch einen abgeänderten Raumwinkelmesser angegeben, mit dessen Hilfe der Raumwinkel leicht gezeichnet werden kann. Die Durchführung der Rechnung ist keineswegs einfach. Bei einer Mehrheit von Fensteröffnungen kompliziert sie sich dann noch ganz außerordentlich. Umgekehrt wird dann natürlich auch die Berechnung der erforderlichen Fensteröffnungen auf der Grundlage eines angenommenen Wertes von $R + D$ recht schwierig sein, zumal sich immer eine ganze Reihe von Lösungsmöglichkeiten ergibt, um durch Vergrößerung der Fensterbreite und besonders der Fensterhöhe zu der gewünschten Raumwinkelgröße zu gelangen. Trotzdem wird das Verfahren von außerordentlichem Nutzen sein, wenn es sich darum handelt, die zulässige Tiefe eines Raumes, von dem auch die ungünstigsten Plätze noch den Minimalwert von $R + D$ aufweisen sollen, in voraus zu ermitteln.

In vielen Fällen wird die einfache geometrische Konstruktion im Aufriß und im Grundriß nicht ausreichen, um ein Urteil über die erzielbare Beleuchtung zu vermitteln, denn sie sagt nichts aus über die die Beleuchtung doch erheblich beeinflussende Beschattung durch benachbarte Gebäude und durch die eigenen Gebäudeteile in den Hofräumen usw. Hier muß das Modell zur Hilfe genommen werden. L. B. Marks und J. E. Woodwell zeigen hier, wie mit Hilfe eines Drahtgestelles, das die Sonnenbahn zur Tag- und Nachtgleiche, zur Zeit des Sommers und des Wintersolstitiums angibt, und entsprechender Gebäudemodelle die jeweilige Beschattung mit Hilfe einer kleinen Glühlampe im Parabolreflektor, der sich im Abstande von der etwa zehnfachen Länge der größten Modellhöhe befindet, veranschaulicht werden kann. Die Benutzung des Modelles wird sich auch in all den Fällen empfehlen, wo komplizierte architektonische Ausgestaltung mit Erkern, Nischen, Galerien, Lichtschächten usw. die geometrische Konstruktion schwer und die Rechnung unmöglich macht. Vor allem wird man die Beleuchtung von stark gegliederten Treppenhäusern mit Tageslicht kaum in zuverlässiger Weise entwerfen können, wenn man nicht ein plastisches Modell zu Hilfe nimmt. Beleuchtet man dann das Modell mit einer genügend großen Fläche von bekannter Helligkeit, so kann man unter Umständen mit einem einfachen Beleuchtungsmesser, dessen beleuchteter Schirm im Inneren des Modelles angeordnet ist, den Tageslichtquotienten in verschiedenen Teilen des Gebäudes mit ausreichender Genauigkeit bestimmen.

Um einigermaßen zuverlässige Resultate zu erzielen, müßten die Modelle freilich mindestens im Maßstabe 1 : 10 ausgeführt und im Inneren mit Anstrichen versehen sein, die für die auszuführenden Gebäude in Frage kommen. Die Kosten für solche Modelle würden zwar nicht gering sein;

[12]) Ludwig Haenert, „Der reduzierte Raumwinkel". Kiel 1911, Graphische Kunstanstalt L. Handorff.

Digitized by Google

sie würden sich aber doch reichlich bezahlt machen, indem sie verhängnisvolle Fehler bei der Ausführung von Gebäuden, die sonst schwer zu vermeiden sind, von vornherein ausschalten.

Damit bin ich an den Schluß meiner Ausführungen gelangt. Es ist mir durchaus bewußt, daß ich mit ihnen kaum etwas Neues zu bieten vermocht habe. Es schien aber doch notwendig, das ganze Problem, das bei dem Zusammenarbeiten von Architekten und Beleuchtungstechnikern auftaucht, möglichst vollständig zu umschreiben und dabei auch die Grenzen festzulegen, die der Lichttechnik von heute noch gesetzt sind, wenn es sich um die Aufgabe handelt, nicht nur lichttechnische und beleuchtungstechnische Forderungen aufzustellen, sondern auch die Mittel und Wege anzugeben, auf welche Weise diese Forderungen zu verwirklichen sind.

Aussprache. Herr Warburg: Mir ist neulich auf der Reise aufgefallen, daß auf einem offenen Platze eine Bogenlampe, die zur Beleuchtung eines Orchesters diente, so aufgehängt war, daß das Publikum beim Blicken auf das Orchester immer direkt in die Lampe hineinsehen mußte und vollständig geblendet wurde. Man hat das Gefühl, daß die einfachsten Regeln der Hygiene nicht genügend beachtet werden. Ich möchte deshalb von neuem den Wunsch aussprechen, daß die Kommission IV recht ergiebig arbeiten möchte[13]). Ferner erlaube ich mir zu bemerken, daß ich den Eindruck habe, als ob sich für den Mathematiker ein weites Arbeitsgebiet bei Beleuchtungsfragen eröffne. Wenn man die Lichtverteilungskurve der zu benutzenden Lampenart kennt, so mußte man mittels weniger Beobachtungen die Beleuchtung eines großen Raumes annäherungsweise voraus berechnen können.

Herr Norden: Zu der Anregung des Herrn Präsidenten glaube ich sagen zu können, daß die mathematische Berechnung für die meisten theoretischen Beleuchtungsaufgaben, wie zum Beispiel die Beleuchtung eines Flächenelementes durch eine ausgedehnte Fläche u. dgl., bereits von Lambert durchgeführt worden ist. Die rein mathematische Behandlung hat aber für die Praxis nur wenig Bedeutung erlangt, weil sie auf der Annahme vollkommen diffus reflektierender Flächen beruht, wovon die Wirklichkeit sehr stark abweicht.

Auf eine Frage von Herrn Warburg nach der Zuverlässigkeit der Vorausberechnung der natürlichen Beleuchtung erwidert

Herr Lux: Selbst wenn man nur von einer einzigen Fensteröffnung ausgeht und das diffuse Wandlicht zunächst ganz außer Betracht läßt, so wird die Berechnung des reduzierten Raumwinkels doch recht schwierig. Sind die verdunkelnden Gegenstände sehr weit vom Fenster entfernt, so genügt es, den reduzierten Raumwinkel für einen einzigen Fensterpunkt zu bestimmen; liegen die verdunkelnden Gegenstände aber nahe an dem Fenster, was gewöhnlich der Fall ist, so ist der mittlere Raumwinkel zu bestimmen, da die zu den einzelnen Fensterpunkten gehörigen reduzierten Raumwinkel sehr verschiedene Werte haben; die für einige einfachere Fälle durch Haenert durchgeführte Rechnung zeigt bereits die recht beträchtlichen Schwierigkeiten; für kompliziertere Fälle kommt man aber sehr bald zu unlösbaren partiellen Differentialgleichungen, so daß man schließlich doch die Lösung durch ein angenähertes graphisches Verfahren suchen muß. In Amerika sieht man deshalb auch von der Vorausberechnung ganz ab und stützt sich, wenn irgend möglich, auf ein Modell.

(Der Vortragende zeigt in einem Lichtbild das Modell, von Marks und Woodwell, eines sehr ausgedehnten Gebäudes mit ringförmigen und anderen Lichthöfen; es sollte daran vor allem die Beschattung zu den verschiedenen Jahreszeiten festgestellt werden. Rechnerisch ist die Aufgabe von den beiden Autoren nicht behandelt worden. Zur Durchführung der Rechnung ist das Gebäude nicht einfach genug gegliedert.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Mehrfachtelegraphie.

Der Hughes-Apparat erfuhr in diesem Kriege seitens der Heeresverwaltung ausgebreitete Anwendung und große Wertschätzung. Es hat dies seinen Grund in den unbestreitbaren Vorzügen dieses Apparates, die sich aus seiner fast allerorts leichten Verwendbarkeit, aus der Einfachheit seiner Handhabung und aus der mit ihm zu erzielenden leichten Verkehrsabwickelung ergeben. Die Vorteile seiner Verwendung kommen nicht nur im Einfachbetriebe, sondern auch im Duplexverkehr hervorragend zur Geltung. Es ist daher das Bestreben erklärlich, die Leistungsfähigkeit des Hughes-Betriebes noch weiter zu steigern. Ein Mittel dazu wäre der Vierfachbetrieb. Verschiedene frühere Versuche damit führten zu keinem brauchbaren Ergebnis. Erst die Bemühungen von Ing. K. Hansel während des Krieges waren erfolgreich. Ein zwischen dem Telegraphenbüro der Zentraltransportleitung in Wien und der Station Budapest Központ nach dem nachfolgend beschriebenen System I eingerichteter Probebetrieb funktionierte anstandslos. Der Verfasser hat drei Systeme für Vierfachbetrieb mit Hughes-Apparaten zusammengestellt. Sie ergeben sich aus der Art, auf welche die Zeichen- und Stromaussendung in der gebenden Station und die Zuordnung der einlangenden Ströme zu den Empfangsapparaten in der Empfangsstation erfolgt.

Im Nachstehenden soll darüber an Hand der eingehenden Darstellung in „Zeitschrift für Post und Telegraphie", Wien, September-Oktober 1918, berichtet werden.

Die Systeme I und II bestehen aus einer Einrichtung für Doppelsprechen — das ist zweifacher Verkehr auf einer Leitung in derselben Richtung — in Gegensprechstellung (Duplexschaltung). Aus dem Zusammenwirken dieser Einrichtungen ergibt sich der Vierfachbetrieb. Die Doppelsprech-Einrichtung hat die Aufgabe, die Zeichen- und Stromaussendung von den beiden Gebern in die Leitung nach der dem System zu Grunde liegenden Regel zu bewirken. Die Gegensprechschaltung verhindert eine störende Beeinflussung der Empfangsrelais der gebenden Station durch die von ihr ausgehenden Linienströme und ermöglicht dadurch das richtige Ansprechen der Empfangsrelais auf die von der anderen Station einlangenden Linienströme. Für die Gegensprechschaltung ist die Differentialschaltung vorteilhafter als die Brückenschaltung, weil in der Empfangsstation bei ersterer Schaltungsart der ganze einlangende Strom, bei letzterer Schaltungsart dagegen nur ein Teil dieses Stromes auf die Empfangsrelais zur Wirkung gelangt. Das System III ist nur nach den Grundsätzen der wechselzeitigen Mehrfachtelegraphie ausgebildet.

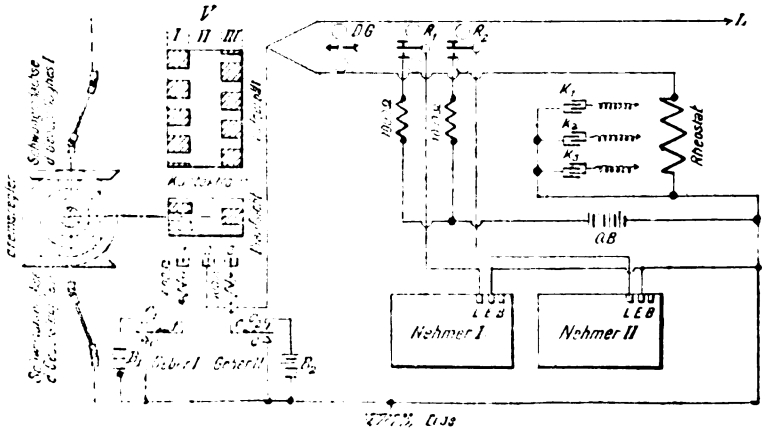


Abb. 1.

System I.

Die Zeichen- und Stromaussendung von den beiden Gebern in die Leitung wird bei diesem System (Abb. 1) derart geregelt, daß ein zeitliches Zusammenfallen der von den Gebern ausgesendeten Linienströme niemals stattfinden kann. Die Ströme des einen Gebers haben positive, die Ströme des anderen Gebers negative Richtung. Die beiden Geber-Hughes-Apparate müssen zwangläufig gekuppelt und ihre Schlitten gegeneinander um $^1/_{56}$ oder $(2n + 1)\,^1/_{56}$ des Drehungskreises verstellt sein. Die Einordnung der Ströme in die Leitung und die genaue Begrenzung der Stromdauer, die nur weniger als $^1/_5$ einer Schlittenumdrehung betragen darf, erfolgt durch einen Verteiler in Gestalt einer Walze *V*, die sich übereinstimmend mit der Schwungradachse dreht. Bei der Drehung der Walze bewirkt der Kontakt der Schleifbürsten 1, 2 und 3 mit den leitenden Teilen der Mantelfläche die abwechselnde Verbindung der Geberapparate *I* und *II* mit der Leitung *L*.

Die Empfangseinrichtung einer Station besteht aus zwei polarisierten Relais R_1 und R_2 und aus zwei Nehmer-Hughes-Apparaten. R_1 wird nur durch einlangende Ströme positiver, R_2 nur durch einlangende Ströme negativer Richtung betätigt. Die Übertragung der Zeichen auf die Nehmer-Hughes-Apparate erfolgt im Ortsstromkreise. Die Reichweite des unmittelbaren Verkehres zweier Stationen beträgt bei 5 mm Eisendrahtleitung und einer Linienbatterie von 220 V etwa 400 km.

[13]) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 3, Seite 18.

Digitized by Google

System II.

Die Aussendung der Zeichen von den beiden Gebern erfolgt bei diesem System entweder in Zeitabständen von $n \cdot {}^1/_{28}$ einer Schlittenumdrehung oder gleichzeitig. Im ersteren Falle werden von dem einen Geber Ströme positiver Richtung, vom anderen Geber Ströme negativer Richtung in die Leitung entsendet. Im anderen Falle gelangen in kurzem Zeitabstand zwei Stromstöße gleicher Richtung in die Leitung und zur Empfangsstation. Die Regelung der Stromaussendung erfolgt durch die Kontaktwalzen *KW I* und *KW II* (Abb. 2), die durch gleiche Kupplungsvorrichtungen, wie zwischen Schwungradachse und Druckachse des Hughes-Apparates fallweise, jede Walze für sich allein, mit dem Getriebe auf die Dauer einer Umdrehung verkuppelt werden. Die Kupplung wird durch die Hughes-Relais *HR I* und *HR II* herbeigeführt, die beim Geben eines Zeichens im Lokalschluß betätigt werden. *KW I* und *HR I* gehören zum Geber *I*, *KW II* und *HR II* zum Geber *II*. Aus der Ruhelage der Schleifbürsten an den Kontaktwalzen geht hervor, daß die Leitung *L* einerseits über die Bürsten 5 und 4 sowie 2 und 1 von *KW I*, andererseits über 2 und 1 von *KW II* an Erde liegt. Auf diesem Wege von der Leitung zur Erde geht also *KW I* der Walze *KW II* voran, was zur Folge hat, daß vom Geber *II* nur dann ein Strom der Batterie B_2 in die Leitung *L* gelangen kann, wenn es der Geber *I* zuläßt. Durch

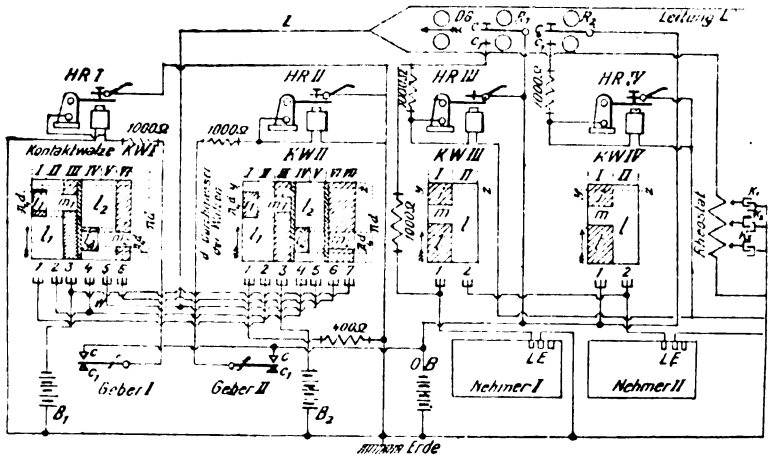


Abb. 2.

dieses Abhängigkeitsverhältnis wird die Stromaussendung von den beiden Gebern in die Leitung nach der für dieses System geltenden Regel gesichert. Die Empfangsapparate sind die gleichen wie bei System *I*. In der Empfangstation betätigt der einlangende positive Strom das Relais R_1, der einlangende negative Strom R_2. Fallen die Zeichen der beiden Geber zeitlich nicht zusammen, so sind die Zeichen von R_1 auf den Nehmer *I*, von R_2 auf den Nehmer *II* zu übertragen. Die bei gleichzeitiger Aussendung der Zeichen von beiden Gebern in kurzem Zeitabstande in die Empfangstation gelangenden zwei Stromstöße gleicher (positiver) Richtung betätigen dort nur das Relais R_1. Von diesem ist der erste Stromstoß auf den Nehmer *I*, der zweite Stromstoß auf den Nehmer *II* zu übertragen. Die Übertragung auf den Nehmer *II* erfolgt also im ersteren Falle von R_2, im zweiten Falle von R_1. Die beiden Übertragungen müssen zeitlich vollkommen in Übereinstimmung gebracht werden. Dazu dienen die Kontaktwalzen *KW III* und *KW IV* die durch die Hughes-Relais *HR III* und *HR IV* auf gleiche Weise zur Funktion gebracht werden wie *KW I* und *KW II* durch *HR I* und *HR II*. Die Übereinstimmung der Übertragungen wird durch entsprechende Einstellung der Kontaktwalzen *KW III* und *KW IV* zu den Schleifbürsten erzielt.

Die Linienströme sind bei diesem System von längerer Dauer als beim System *I*; daher ist auch ihre Reichweite für den unmittelbaren Verkehr zweier Stationen größer. Sie beträgt ungefähr 500 bis 600 km.

System III.

Dieses System beruht auf dem Prinzip der absatzweisen Mehrfachtelegraphie, wonach die Leitung in den Stationen vermittelst Verteilers abwechselnd und regelmäßig auf bestimmte kurze Zeit zu den einzelnen, zum Verkehr miteinander bestimmten Apparaten verbunden wird. (Abb. 4.) Es erfordert vollkommenen Gleichlauf der Verteiler der Stationen. Ein solcher ist nur dann ausreichend zu erzielen, wenn die Übereinstimmung bei jeder Umdrehung des Verteilers bewirkt wird. Dazu müssen die Verteiler die einzelnen Umdrehungen in einer bestimmten Ausgangsstellung gleichzeitig beginnen. Die Aufrechthaltung des Gleichlaufes während einer Umdrehung bewirkt ausreichend der Bremsregler. Der Ausgleich etwa auftretender ganz geringer Abweichungen erfolgt im letzten Teil jeder Umdrehung.

Die zu diesem System verwendeten Hughes-Apparate weisen gegenüber der gewöhnlichen Konstruktion einige Änderungen auf. Die 28 Stifte der Stiftbüchse sind nicht auf den ganzen Umfangskreis der Stiftbüchse, sondern nur auf ${}^7/_8$ desselben verteilt. Der achte

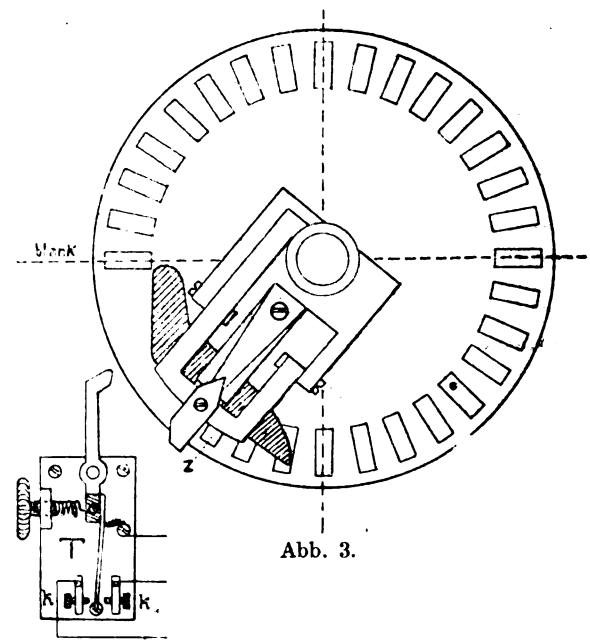


Abb. 3.

Teil der Stiftbüchse bleibt frei (Abb. 3). Dementsprechend sind auch das Typenrad, das Korrektionsrad und die mit diesen zusammenwirkenden anderen Konstruktionsteile abgeändert. Die Geschwindigkeitsübersetzung von der Schwungradachse auf die Schlittenachse beträgt 8:1. An dem den Lauf der Verteiler regelnden Geberapparat ist nahe dem freien Teil der Stiftbüchse ein Taster *T* angebracht, durch dessen Betätigung bei jeder Umdrehung des Schlittens ein Strom mit entgegengesetzter Richtung zu den Zeichenströmen zur anderen Station entsendet wird, wo er gleichwie in der Ausgangsstation ein Hughes-Relais *HR* betätigt und damit den Anstoß zu einer Umdrehung des Verteilers gibt.

Die Einrichtung des Verteilers zeigt Abb. 4. Die metallenen Kontaktsegmente *M* und M_1 am Kontaktfelde *V* sowie das Kontaktfeld *IV* sind etwas im Kreise verstellbar. Die anderen Kontaktfelder sind unverrückbar. Bei zwangläufigem Zusammenhange des Verteilergetriebes mit den Geber-Hughes-Apparaten ist die aus Abb. 4 ersichtliche Schaltung des Gebers *I* zum Verteiler, bei unabhängigem Laufe einzelner Geberapparate für diese die Schaltung der Geber *II* und *III* anzuwenden. In letzterem Falle sind die Schlitten der gesondert angetriebenen Hughes-Apparate zu entfernen. *GR I* und *GR II* sind die Hughes-Relais dieser Geberapparate. Das Verteilergetriebe ist so eingerichtet, daß sich der Verteiler im letzten Achtel einer Umdrehung rascher bewegt als im anderen Teile der Umdrehung und daher auch rascher als der Hughes-Schlitten über den freien Sektor der Stiftbüchse. In der Ausgangsstellung erfolgt ein kurzes Anhalten des Verteilers, bis in der regulierenden Station durch den automatischen Kontakt des Schlittens mit dem Taster *T* ein neuerlicher elektrischer Strom ausgesendet wird, der in den Stationen den Anstoß zu einer neuerlichen Umdrehung des Verteilers gibt.

Die bei diesem System zur Wirkung gelangenden Linienströme sind von sehr kurzer Dauer. Diese beträgt nur etwa ${}^1/_{300}$ einer Sekunde. Mit den Systemen *I* und *II* wird der Zweck unter viel günstigeren Stromverhältnissen erreicht.

Das Wertvolle des Systemes *III* ist jedoch die Einrichtung, mit der die vollkommene Übereinstimmung des Laufes der Verteiler zweier oder mehrerer Stationen einer Leitung auf einfache Weise bei jeder Umdrehung der Verteiler sicher bewirkt wird. Mit eigenem Antrieb, wobei der automatische Taster *T* an anderer Stelle angebracht sein muß, ist diese Einrichtung für alle Systeme der absatzweisen Mehrfachtelegraphie verwendbar. Sie schafft ungeahnte Möglichkeiten von Verbesserungen und Ausgestaltungen des Telegraphenbetriebes. Unter anderem wird damit der Mehrfachbetrieb mit Wheatstoneschen Empfangsapparaten ermöglicht, ohne daß es notwendig wäre, die Telegrammniederschriften in Lochschrift umzuwandeln. Die Arbeitsteilung in der Sende- und in der Empfangsstation bewirkt schon der Verteiler. Die Gebeeinrichtung für diesen Betrieb bestünde aus einer Sendewalze und zwölf Tasten. Die Sendewalze hat beim Geben eines

Digitized by Google

Zeichens eine Umdrehung zu vollziehen, die zeitlich zusammenfallen muß mit der Bewegung der Schleifbürsten des Verteilers über den zum Geberapparat gehörenden Sektor der Verteilerscheibe. Während dieser Zeit erfolgt durch das Niederdrücken der betreffenden Tasten die Aussendung der zu den Zeichen am Wheatstoneschen Empfänger erforderlichen positiven und negativen Ströme in die Leitung zu dem zugehörigen Empfangsapparate der Empfangstation.

PRINZIPSCHALTUNG einer STATION für VIERFACHTELEGRAPHIE mit HUGHES-APPARATEN bei unabhängigem Antrieb einzelner Geber-Apparate

SYSTEM III

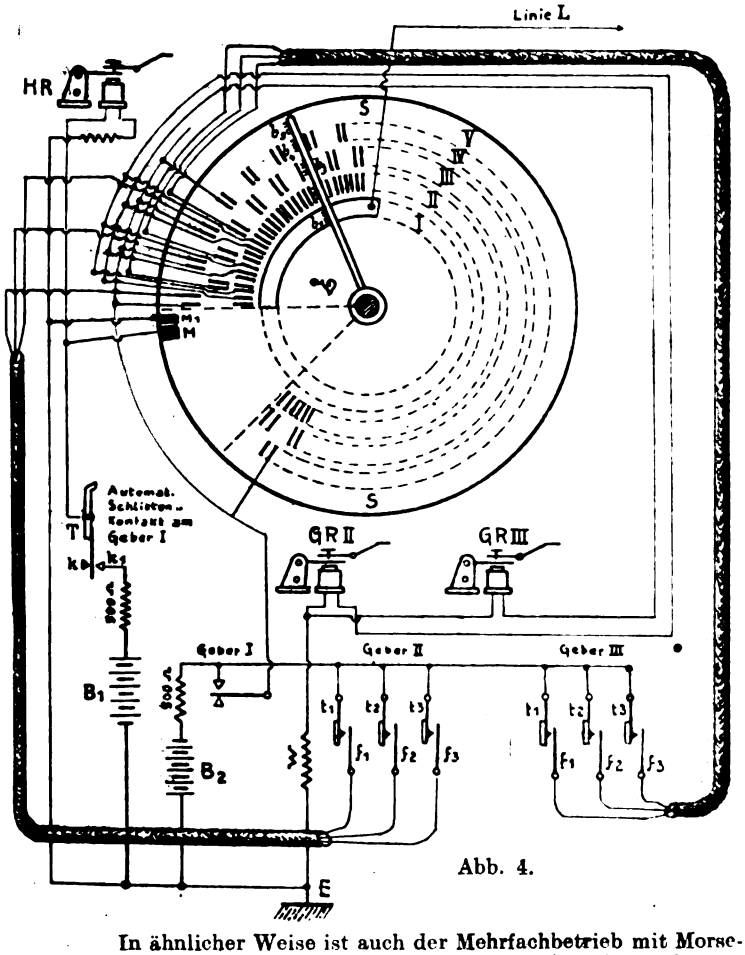


Abb. 4.

In ähnlicher Weise ist auch der Mehrfachbetrieb mit Morse-Schreibapparaten als Empfänger zu erzielen. Zum Geben könnte eine Tastatur wie bei einer Schreibmaschine verwendet werden.

Eine solche Verteilereinrichtung mit eigenem Antrieb ermöglicht ferner auf einfache Weise die Staffelung des mehrfachen Hughes-, Morse- und Wheatstone-Betriebes, sowie auch einen mehrfachen Omnibusverkehr mit letzteren Betrieben auf einer Leitung mit mehreren Mittelstationen.

Gleichwie die Verteiler, können in den Stationen auch Typenräder in vollkommen übereinstimmenden Lauf erhalten werden, denkt man sich zu den Typenrädern Druckvorrichtungen angeordnet, die über entsprechend verteilte Kontaktsegmente am Verteiler zeitgerecht für den Abdruck eines bestimmten Zeichens elektrisch betätigt werden, so ist damit der Weg aufgezeigt, auf dem auch der Ferndruckerbetrieb mit einfachen Leitungen auf größere Entfernungen zu erzielen sein wird.

Die Verwirklichung dieser Möglichkeiten würde auf einem großen Gebiete der Telegraphie die seit längerer Zeit stillgestandene Entwicklung neu beleben.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Elektrizitätsanlagen des Kantons Freiburg umfassen die Verteilungsnetze Freiburg, Hauterive, Monbovon und Châtel-St. Denis, die elektrische Energie in die Kantone Freiburg, Waadt und Bern verteilen; außerdem wird Strom einer Reihe von elektrischen Bahnen, wie der Greyerzerbahn, der Eisenbahn Montreux—Oberland—Bern, den elektrischen Bahnen von Vevey und Lausanne usw. zugeführt.

Aus einer Beschreibung, die V. Rynecki gibt, ist zu entnehmen, daß die Wasserkraftzentralen zusammen über 30 000 PS an Maschinenleistung enthalten, die aber zu Zeiten des Niederwassers bis auf 9000 PS zurückgehen. Da die Dampfreserve von 5000 PS nicht ausreicht, so müssen die benachbarten Netze zur Energielieferung herangezogen werden. So wurden im Jahre 1916 86·5 Mill. kWh geliefert, davon 12·3% aus den Bernischen Kraftwerken entnommen. Die Elektrizitätsunternehmungen des Kantons Freiburg waren daher gezwungen, nach neuen Kraftquellen Ausschau zu halten. Eine solche bieten die Wasserkräfte des Jaunbaches bei Bruch; in einer Höhe von 800 m über dem Meere bildet der Lac de Mont Salvens ein Staubecken von 700 000 m² und 11·65 Mill. m³ Inhalt. Das Nutzgefälle ist 113·5 m; im Mittel können jährlich 30 Mill. kWh gewonnen werden. Die Anlagekosten sind mit 9·5 Mill. Franken geschätzt. Es wird ein 50 m hoher Staudamm errichtet und anschließend ein Tunnel für die Wasserführung von 1680 m Länge und 6·5 m² Querschnitt. Der Tunnel mündet in das Wasserschloß, das aus einer oberen und einer unteren Kammer besteht, die miteinander durch einen vertikalen Schacht von 3 m Durchmesser verbunden sind. Die Druckleitung ist 115 m lang; daran schließen sich zwei Rohrleitungen von 290 m Länge und 1·6 m im Durchmesser. Das Kraftwerk am rechten Ufer des Jaunbaches wird vier Turbinensätze zu je 6000 PS enthalten, mit Drehstromgeneratoren von 5250 kVA gekuppelt, die 8500 V bei 50 Per./s liefern. In vier Dreiphasentransformatoren zu je 5250 kVA wird die Spannung auf 35 000 V erhöht. Mit dieser Spannung erfolgt die Verteilung in das Netz von Hauterive.

(Bulletin Technique, Suisse romande, Bd. 44, Nr. 18.)

Meßapparate und Meßmethoden.

Eine Meßeinrichtung zur fabrikationsmäßigen Prüfung von Leitungs- und Widerstandsmaterial, die im Laboratorium der Siemens-Schuckertwerke in Nürnberg in Verwendung steht, beschreibt W. v. Krukowski. Für Materialuntersuchungen sind die meistens verwendeten Thomsonschen Brückenkonstruktionen nicht geeignet, da das Brückenverhältnis meist nur im dekadischen Verhältnis geändert werden kann und die Einstellung des Schleifkontakts kaum genauer als auf 1‰ der gesamten Drahtlänge möglich ist. Überdies gibt die Erwärmung des Schleifdrahtes zur Entstehung von Thermoströmen Anlaß; eine weitere Fehlerquelle bilden die Übergangswiderstände am Schleifkontakt.

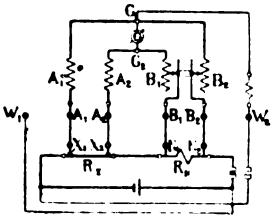


Abb. 1.

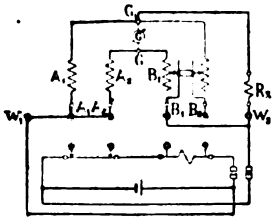


Abb. 2.

Die neue Meßeinrichtung beruht ebenfalls auf dem Prinzip der Thomsonschen Brücke und dient zur Untersuchung von Leitungsmaterialien (Kupfer, Aluminium, Zink) und Widerstandsmaterialien (Konstantan, Manganin u. dgl.). Die Schaltung zeigt Abb. 1. Auf Seite des einen der mit einander zu vergleichenden Widerstände R_X (unbekannter Widerstand) und R_N (Normalwiderstand) liegen in der Verzweigung und Überbrückung die Stöpselwiderstände A_1, A_2 von je 10, 100 und 1000 Ω, auf der Seite des zweiten Widerstandes zwei gleiche Sätze von Kurbelwiderständen B_1, B_2 von je $9\times0{\cdot}1$, 9×1, 9×10 und 10×100 Ω. Zwischen der Brücke und den zu vergleichenden Widerständen ist ein vierpoliger Drehumschalter mit drei Arbeitsstellungen eingeschaltet. Die Klemmen sind auf einer Seite des Umschalters mit der Brücke verbunden (A_1, A_2, B_1, B_2) auf der anderen Seite mit dem unbekannten Widerstand und dem Vergleichswiderstand (X_1 X_2, N_1 N_2). Als Vergleichswiderstand R_N dient ein Widerstandssatz aus drei Manganin- und drei Kupferwiderständen. Das Galvanometer G ist an die Klemmen G_1, G_2 angeschlossen. In der Abb. 1 ist die Schaltung *I* dargestellt. Bei der Schaltung *II* sind A_1, A_2 an N_1, N_2 und B_1, B_2 an X_1, X_2 angeschlossen. Bei der Schaltung *III* (Abb. 2) dienen als Verzweigungswiderstände die Stöpselwiderstände A_1 und A_2, als Vergleichswiderstand der Kurbelwiderstand B_1. Der unbekannte Widerstand R_X wird an eine besondere Klemmenvorrichtung angeschlossen. Die Schaltungen *I* und *II* stellen Thomsonsche Brücken, die Schaltung *III* eine Wheatstonesche Brücke dar. Bei der Schaltung *I* ergibt sich der unbekannte Widerstand aus der Gleichung $R_X = R_N \frac{A}{B}$, bei

Digitized by Google

der Schaltung *II* aus der Gleichung $R_X = R_N \frac{B}{A}$ und bei der Schaltung *III* aus der Gleichung $R_X = B_1 \frac{A_1}{A_2}$.

Der höchste Wert, der noch in der Brücke gemessen werden kann, beträgt 110 000 Ω. Besondere Sorgfalt wurde der Konstruktion der Einspannvorrichtung geschenkt. Sie besteht aus zwei im wesentlichen gleichen Schraubstöcken. Als „Stromklemmen" dienen Backen von rechteckigem Querschnitt, die in leitender Verbindung mit dem Schraubstockkörper stehen, als „Spannungsklemmen" Stahlschneiden, die vom Schraubstockkörper durch Mikanit isoliert sind. Die Spannungsschneiden sind in der Richtung senkrecht zur Längsachse des eingespannten Probestückes beweglich, wodurch ein Anliegen auch bei verbogenen Proben erreicht wird. (Helios, 1918, Hefte 33 und 34.)

Elektrische Antriebe, Arbeitsmaschinen.

Eine elektrisch betriebene Schiffswerfte wurde in Newburgh (N. Y.) 1917 errichtet und war in der Lage, bereits im August 1918 das erste von vier im Bau befindlichen großen 9000 t-Lastschiffen für den Stappellauf zu liefern. Die Werfte besteht nach einer Beschreibung von W. H. Eaton aus zahlreichen Hallen mit Eisenkonstruktion, von denen ein Teil der Inbetriebsetzung erst entgegengeht, und bietet ein typisches Beispiel einer kriegsmäßigen Einrichtung. Die maschinellen Anlagen wurden unter dem Gesichtspunkt einer raschen und ökonomischen Erzeugung, betriebssicheren Bedienung auch durch ungeübte Arbeiter und Möglichkeit der raschesten Beschaffung von Ersatzbestandteilen in kürzester Zeit errichtet. Die elektrische Energie wird von der Central Hudson Gas & Electric Company geliefert, die Wechselstrom von 5700 V erzeugt, der in einer Unterstation der Werfte auf 220 V transformiert wird. Mit Ausnahme eines Gebläses, das die Luft für die Rohölfeuerungen liefert und von einem 50 PS-Schleifringmotor mit regelbarer Geschwindigkeit angetrieben wird, und einer Biegemaschine, erhalten sämtliche andere Werkzeugmaschinen der Werfte Antrieb durch Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker, und zwar ausschließlich mittels Riemen; obwohl es zum Beispiel für Lochmaschinen und Blechscheren richtiger ist, den Elektromotor mit der Werkzeugmaschine zu vereinigen und ein Zahnradgetriebe zu verwenden, so wurde bei der Werfte von diesem Prinzip abgegangen, da dies viel mehr Zeit zur Herstellung erfordert hätte und hier die rasche Inbetriebsetzung die Hauptsache war. Der Riementrieb gewährleistete übrigens genügend Elastizität und Nachgiebigkeit bei außerordentlichen Beanspruchungen, wie sie beim Anlassen auftreten und tatsächlich sind auch bei keinem der Motoren in dieser Hinsicht irgend welche Störungen aufgetreten. Riemen, Scheiben und Getriebe sind sorgfältig von Drahtschützern umgeben. Die Elektromotoren erhielten automatische Anlasser und Ölschalter und können von ungeübten Personen bedient werden; sie sind mit Sicherheitsvorrichtungen gegen Überlastung und Stromunterbrechung versehen. (El. World, Bd. 72, Nr. 4, 1918.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Die Schoellenenbahn von Göschenen nach Andermatt überwindet 330 m Höhendifferenz; sie ist im Sommer 1917 in Betrieb gesetzt worden. Von der 3·75 km langen meterspurigen Bahn entfallen 2·48 m auf die Zahnstangenstrecke, die 179‰ Steigung aufweist; die Steigung der Adhäsionsstrecke beträgt 36·5‰. Dem Arniwerk bei Amsteg wird Drehstrom von 14 500 V, 42 Per/s entnommen und in 300 kVA Drehstromtransformatoren auf 500 V umgeformt. In 2 Motorgeneratoren zu 150 kW wird Gleichstrom von 1200 V erzeugt. Die Gleichstrommaschinen mit Wendepolen und einer Gegencompoundwicklung auf den Hauptpolen arbeiten mit einer Batterie über eine Zusatzmaschine, bestehend aus einem 80 PS-Drehstromasynchronmotor, einem 50 kW-Gleichstrom-Nebenschlußgenerator und einer 1 kW-Erregermaschine für 110 V, alle drei Maschinen gekuppelt und auf gemeinsamer Grundplatte aufgesetzt. Die zwischen negativem Batteriepol und Sammelschiene gelegte Zusatzmaschine hat zwei Ankerwicklungen, jede an einen Kommutator angeschlossen; bei der Batteriepufferung liefert die Maschine 2×190 A bei 130 V, beim Aufladen der Batterie mit in Reihe gelegten Kommutatoren 125 A bei 2×200 V. Ein durch die Sammelschienenspannung beeinflußter BBC-Schnellregler beherrscht die Erregung der Erregermaschine und damit die Spannung der Zusatzmaschine in der Art, daß sie sich zu der der Batterie oder zu der des Generators addiert, je nachdem der Netzstrom ein normales Maß unter- oder überschreitet. Die Batterie, von der M.-F. Oerlikon, besteht aus 580 Doppelelementen von 368 A/h bei einstündiger Entladung. In der von den Sammelschienen abgehenden positiven Speiseleitung für die Bahn ist ein Maximalstromautomat eingesetzt; als Überspannungsschutz dient eine dreiteilige Drosselspule und Hörnerblitzableiter mit magnetischer Löschung sowie mit Kohlenwiderstand in der Erdleitung.

Der Fahrdraht besteht aus einer 60 mm²-Kupferleitung für die Zahnstrecke sind zwei Fahrdrähte gespannt, zum Tei montiert auf Eisenmasten, zum Teil auf Holzmasten mit Gasrohrarmausleger, von einbetonierten Masthaltern gefaßt; letztere bestehen aus zwei Z-Eisen und einem U-Eisen mit 2 Briden für die Mastbefestigung; die Isolation der Fahrleitung ist eine doppelte. An Betriebsmittel stehen 4 Lokomotiven in Dienst, mit 2 Gleichstrom-Nebenschlußmotoren mit Compoundwicklung auf den Hauptpolen zu je 160 PS/h-Leistung, 130 PS-Dauerleistung, 500 U.p.min, beide an 1200 V stets in Reihe gelegt. Die Lokomotive hat zwei Triebzahnradachsen in 1230 mm Radstand und Adhäsionsachsen. Von dem Gesamtgewicht von 21·3 t entfallen 13·2 t auf den mechanischen Teil. Das maximale Zuggewicht (1 Lokomotive und 2 Anhänger) beträgt 55·5 t, die Fahrgeschwindigkeit auf der Adhäsionsstrecke 20 km/h, auf der Zahnstrecke 8 km/h. Zwischen den beiden Adhäsionsachsen sind die beiden Triebzahnräder im Rahmen gelagert, oberhalb desselben, mit diesem fest verschraubt, ruhen die beiden Triebmotoren, jeder unter Zwischenschaltung einer Rutschkupplung mittels einseitig angeordneten Stirnradgetriebes mit Winkelzähnen zunächst auf seine Vorgelegewelle arbeitend; die Lager der Vorgelegewelle sind an den Motorlagerschildern angegossen. Von der Vorgelegewelle wird das Drehmoment durch ein ähnliches Getriebe auf eine frei auf der Achse sitzende Triebzahnradtrommel übertragen (Übersetzung 1:8·3). Die Motoren treiben die Triebzahnräder an, die durch die Zahnstange gekuppelt sind. Die Vorgelegewelle wird über eine Adhäsionskupplung (Reibungskupplung) und eine Zahnradübersetzung mit der Triebzahnradtrommel gekuppelt. Diese Achsen sind unter sich und mit den Adhäsionsachsen durch Kuppelstangen verbunden (Übersetzung auf die Adhäsionsachsen 1:7·37). Die Triebzahnräder laufen leer mit.

An Bremsen sind vorgesehen: eine Triebzahnradbremse, vom Führer durch Spindel betätigt, eine kombinierte Zahnrad- und Adhäsionsbremse durch Spindel oder mittels Vakuum betätigt und eine automatisch wirkende Geschwindigkeitsbremse auf den Motorachsen sitzend und bei Überschreitung von 10 km/h auf der Zahnstange selbsttätig eingestellt und vom Führer mittels Seilzug gelöst. Die automatische Bremse betätigt auch die Vakuumbremse.

Da rechnungsmäßig auf dem 126‰-Gefälle der Zahnstrecke 50% der bei der Bergfahrt aufgewendeten Leistung an die Fahrleitung zurückgegeben werden können, so ist auf die Energierückgewinnung durch Wahl von Nebenschlußmotoren Hauptgewicht gelegt worden. Der Kontroller besteht aus einer Hauptwalze, die die Ankerwiderstände und Bremswiderstände in 8 Stufen beherrscht, einem Nebenschlußregulator, der beim Weiterdrehen des Kontrollers die Widerstände in die Motorerregung schaltet und die Tourenzahl erhöht und einer Reversierwalze zur Stromumkehr bei Fahrtrichtungswechsel. Bei Talfahrt wird wie normal angelassen, die Motoren werden im Gefälle selbsttätig zu Generatoren, die Regulierung erfolgt in gleicher Weise, wie bei Bergfahrt. Bei Stromunterbrechung zur Fahrleitung oder bei Überschreitung des Bremsstromes werden durch ein Maximalstromrelais und ein Überspannungsrelais automatisch die Bremsgeneratoren an Widerstände angeschlossen, dabei die Erregung an die Ankerklemmen gelegt.

Der Widerstand, Rheotomband auf Porzellanrollen, ist in einem Kasten vor der bergseitigen Stirnwand der Lokomotive gelagert und wird durch einen Ventilator gekühlt; der Motor desselben wird vom Kontroller angelassen.

Der Antriebsmotor für die Vakuumbremse ist an 1200 V über den mit dem Bremsventil verbundenen Bremsschalter angeschlossen, ebenso die Heizleitung für die Heizung des Zuges. Die Beleuchtung und Führerstandsheizung liegen an 110 V. Diese Spannung liefert eine kleine Umformergruppe aus einem 4 PS-Nebenschlußmotor und einer 1·5 kW-Nebenschlußdynamo bestehend*). (BBC-Mitteilungen V, Februar-April 1918.)

Vereins-Nachrichten.

Inhaltsverzeichnis der E. u. M. für 1918.

Der Mangel an Papier veranlaßt uns, von dem Inhaltsverzeichnis für den Jahrgang 1918 der E. u. M. nur soviel Exemplare herstellen zu lassen, als gewünscht werden.

Wir ersuchen jene Bezieher der Zeitschrift, die das Inhaltsverzeichnis wünschen, dies der Schriftleitung, Wien VI, Theobaldgasse 12, durch Postkarte bis längstens 26. Dezember l. J. mitteilen zu wollen.

Inhaltsverzeichnisse, die erst nach dem 26. Dezember l. J. bei uns bestellt werden, können nicht zugesichert werden.

*) Über die Schaltung, siehe Patentbericht. E. u. M. 1912, Seite 381; 1916, Seite 448; 1918, Heft 42, Seite 475.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
8. Dezember 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRÜNN
Chefredakteur J. Seidener

Heft 49.
36. Jahrgang.

INHALT:

Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen für elektrische Beleuchtungs- und Kraft-Übertragungsanlagen. (Ausgenommen elektrische Bahnanlagen 529
Neue zahnradlose Personenzugslokomotive der Chicago Milwaukee St. Paul Railway . . 531
Rundschau 532
Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 535
Vereins-Nachrichten 536

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen für elektrische Beleuchtungs- und Kraft-Übertragungsanlagen. (Ausgenommen elektrische Bahnanlagen*)).

A. Entwurf für die zu beschließenden Richtlinien.

(Vorgeschlagen vom Sonderkomitee**); vom Vereinsausschusse prinzipiell angenommen in seiner Sitzung vom 11. Juni 1918.)

a) Periodenzahl:

50 pro s.

b) Spannungen:

Die im folgenden angeführten Spannungen sind Gebrauchsspannungen, Netzspannungen bezw. Spannungen am Ende von Übertragungsfernleitungen; in der Zentrale bezw. am Anfang der Übertragungsfernleitung herrschen also um den Spannungsabfall erhöhte Spannungen.

Gleichstrom:

110 220 440 V.

Wechselstrom:

220 380

3000, 5000, 10 000, 15 000, 20 000, 35 000, 50 000 75 000, 100 000 V.

Erscheint 220 V als Lampenspannung bei elektrischen Beleuchtungsanlagen zu hoch, so können 220 V-Anlagen nach dem Vierleitersystem gebaut werden.

Erscheint 380 V als Gebrauchsspannung für elektrische Kraftübertragungsanlagen zu niedrig, so kann 500 V angewendet werden.

B. Allgemeine Bemerkungen zu vorstehendem Entwurf.

Der Elektrotechnische Verein hat über Anregung des früheren k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten behufs Studiums der Frage der Vereinheitlichung von Periodenzahl und Spannungen bei Errichtung von Elektrizitätswerken ein Sonderkomitee eingesetzt und einen ersten Entwurf für die als normal zu erklärenden einschlägigen Werte in Heft 11 dieser Zeitschrift vom 17. März 1918 veröffentlicht und zur allgemeinen Diskussion gestellt.

Die eingelaufenen Äußerungen wurden seitens des Komitees einer eingehenden Prüfung unterzogen und zum Teil auch berücksichtigungswert befunden. Nach wiederholter Beratung wurde dem Vereinsausschuß der vorstehend abgedruckte Entwurf für die Bestimmung einheitlicher Periodenzahl und Spannungen für elektrische Beleuchtungs- und Kraftübertragungsanlagen zur Beschlußfassung in Vorschlag gebracht. Der Antrag des Komitees ging dahin, diese Vorschläge nicht unmittelbar der definitiven Festlegung durch eine Generalversammlung des Vereines zuzuführen, sondern zunächst als endgültigen Entwurf zu veröffentlichen und die Beschlußfassung der nächstjährigen ordentlichen Generalversammlung (März 1919) vorzubehalten. Hiedurch soll Gelegenheit gegeben werden, die Vorschläge, die ja für die weitere Entwicklung der Elektrizitätsversorgung von einschneidender Bedeutung sind einer nochmaligen Überlegung zu unterwerfen. Überdies soll die Zwischenzeit benutzt werden, um mit dem Verbande Deutscher Elektrotechniker in Verbindung zu treten, da die Frage der Vereinheitlichung der Spannungen im Zusammenhange mit der Aufstellung von Normalien für Transformatoren auch in Deutschland zur Diskussion steht. Es wäre zweifellos von Wert, wenn einheitliche Festsetzungen erzielt werden könnten.

Der Ausschuß des Vereines hat in seiner Sitzung vom 11. Juni 1918 diesem Antrage zugestimmt, in der Anschauung, daß hiedurch genügend Zeit und Gelegenheit zur Klärung dieses wichtigen Gegenstandes gegeben wird. Die Hinausschiebung des endgültigen Beschlusses bis Ende März 1919 wurde nicht als schädlich angesehen, da der Bau größerer Anlagen und Werke in dieser Zeit kaum in Aussicht steht.

C. Besondere Bemerkungen und Erläuterungen zum Entwurfe.

Bei der Festsetzung einheitlicher Werte für Periodenzahl und Spannungen sind im wesentlichen zwei Gesichtspunkte maßgebend, und zwar:

1. Die Schaffung tunlichst gleichartiger Verhältnisse in den einzelnen Leitungsnetzen, um Zusammenschluß der Netze und Energieausgleich zu ermöglichen.

2. Die Feststellung von normalen Werten, insbesondere für die Spannung, für welche die in Betracht kommenden elektrischen Einrichtungen (Maschinen, Transformatoren, Apparate usw.) gebaut werden sollen, und zwar sowohl im Interesse der Fabrikation, welche durch tunlichste Beschränkung der zu berücksichtigenden Werte vereinfacht werden soll, als auch im Interesse der Abnehmer, welche nur bei Normalisierung und demgemäß ermöglichter Haltung großer Lager auf rasche Befriedigung ihrer Bedürfnisse rechnen können.

*) Vgl. E. u. M., Heft 11 vom 17. März 1918.

**) Zusammensetzung des Sonderkomitees: Obmann: Herr Hofrat Prof. Schlenk; Mitglieder die Herren: Direktionsrat Ing. Beron, Prokurist Ing. Fach, Direktor Ing. Jiretz, Direktor Ing. Kallir, Ministerialrat Ing. Kunze, Fabrikant Kremenezky, Direktor Ing. März, Ing. Renk, Direktor Ing. v. Säaf, Ministerialrat Ing. Scheichl, Dr. Ing. Vidmar; Chefredakteur Ing. Seidener; Sekretär Staatsbahnrat Ing. Marx.

Digitized by Google

Bei jeder Normalisierung muß auf das bereits Bestehende Rücksicht genommen werden und dies ganz gewiß, wenn es sich nicht um die Normalisierung von der Abnutzung unterliegenden Gebrauchsgegenständen handelt, die einen regelmäßigen Ersatz erfahren, vielmehr die Normalisierung von Werten in Betracht kommt, die bei den bestehenden Anlagen zum Teil gar nicht, zum Teil nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten geändert werden können. Deshalb erschien es dem Komitee richtig, bei der Festsetzung normaler Werte für Periodenzahl und Spannungen die in bestehenden Anlagen zumeist verwendeten Werte zu berücksichtigen. Auch auf die bisher bestehenden Normalien für die Herstellung von Maschinen und Apparaten war Rücksicht zu nehmen.

Weiters war anzustreben, mit einer möglichst knapp bemessenen Zahl von Spannungen eine für alle Fälle ausreichende Anpassungsfähigkeit zu erzielen.

In verschiedenen dem Vereine auf Grund der Veröffentlichung des ersten Entwurfes zugegangenen Zuschriften war versucht worden, die Spannungen so zu wählen, daß zwischen den einzelnen Werten tunlichst gewisse einfache Verhältnisse (1:2, 1:3 und insbesondere $1:\sqrt{3}$) eingehalten werden*).

Das Komitee hat sich jedoch nicht veranlaßt gesehen, im Interesse der Einhaltung derartiger Beziehungen zwischen den einzelnen Spannungswerten, statt der bisher üblichen und in vielen Anlagen verwendeten Spannungen neue bisher nicht in Anwendung stehende Spannungen in Vorschlag zu bringen. Für die Berücksichtigung des Verhältnisses $1:\sqrt{3}$ wird die Möglichkeit der Umschaltung von Transformatoren und anderen elektrischen Einrichtungen von Stern auf Dreieck bezw. umgekehrt ins Treffen geführt. Derartige Umschaltungen dürften jedoch insbesondere bei höheren Spannungen nicht jene Anwendungsfähigkeit besitzen, um sie unter Hintansetzung anderer Rücksichten zur Grundlage des Spannungssystems zu machen.

Zu den vorgeschlagenen Werten ist folgendes zu bemerken:

Periodenzahl.

Die Periodenzahl von 50 pro s findet bereits jetzt in neuen Anlagen fast ausschließlich Anwendung. Es erübrigt sich daher jede weitere Begründung dieses Wertes. Eine besondere Rücksichtnahme auf bestehende ältere Anlagen mit 42 Perioden pro s schien nicht erforderlich.

Spannungen.

Die vorgeschlagenen Spannungswerte sollen Gebrauchsspannungen sein, das heißt jene Spannungen, welche im Mittel in den Verteilungsnetzen herrschen. Es werden daher die an die Netze anzuschließenden Einrichtungen (Lampen, Motoren, Transformatoren) für den Betrieb mit diesen Spannungen zu bauen sein. An den Schienen der die Netze versorgenden Kraft- und Transformatorenstationen bezw. am Anfang von Speiseleitungen oder Übertragungsleitungen herrschen um den Spannungsabfall erhöhte Spannungen.

Gleichstromspannungen.

Die normale Gebrauchsspannung für Neuanlagen dürfte wohl 220 V sein. Wo mit dieser Spannung das Auslangen nicht gefunden wird, kommen Dreileiteranlagen mit $2 \times 220 = 440$ V in Frage. Es dürfte kaum dazu kommen, Neuanlagen mit 110 V Verteilungsspannung zu bauen. Die Aufnahme der Spannung von 110 V in die normale Spannungsreihe erfolgte, damit in jenen Fällen, wo aus besonderen Gründen Anlagen mit geringerer Gebrauchsspannung als 220 V gebaut werden müssen, die Spannung von 110 V gewählt wird, die als Teilspannung von 220 V-Dreileiteranlagen den Vorzug vor anderen Spannungen des Bereiches um 100 V verdient.

Wechselstromspannungen.

In dem Vorschlag für Wechselstrom-Spannungswerte kommt die Anschauung zum Ausdrucke, daß man für Niederspannungsdrehstromnetze mit den Werten von 220 V und 380 V als verkettete Spannungen das Auslangen finden wird. Sollte in Ausnahmsfällen die Notwendigkeit bestehen, eine geringere Spannung als 220 V als Lampenspannung zu verwenden, so ist hiefür nicht die Normierung eines eigenen Spannungswertes erforderlich, vielmehr wird empfohlen, in derartigen Fällen die Anlage mit 220 V verketteter Spannung als Vierleiteranlage auszuführen und die Lampen in Stern, das heißt an zirka 125 V zu schalten.

Für Leitungsanlagen, welche Kraftverteilungszwecken dienen und verhältnismäßig große Energiemengen zu verteilen haben, kann es unter Umständen erwünscht sein, eine Spannung über 380 V zu verwenden, jedoch keine der höheren Spannungen, wie etwa 3000 V. Wenn Lichtabgabe nicht in Frage kommt, bezw. wenn solche von eigenen Lichtverteilungsleitungen erfolgt, ist in derartigen Fällen bisher mit Vorliebe eine Spannung von 550 V angewendet worden. Nachdem die Verwendung dieser Spannung in vielen Fällen gerechtfertigt sein wird und dieselbe bisher auch üblich war, sah sich das Komitee veranlaßt, dieselbe in die Normalien aufzunehmen. Die Anführung in der normalen Spannungsreihe unterblieb, da diese Spannung für allgemeine Licht- und Kraftverteilungsnetze nicht in Frage kommt.

Besonders schwierig war die Festsetzung normaler Werte für die höheren Spannungsbereiche. Es sollen nachstehend in Kürze jene Gründe angeführt werden, welche maßgebend waren, für die Auswahl der endgültig festgelegten Werte, bezw. dafür, daß bisher vielfach verwendete Spannungen nicht berücksichtigt wurden.

Die in älteren Anlagen häufige Spannung von 2000 V wurde in die Reihe der normalen Spannungen nicht aufgenommen, weil bei derselben im allgemeinen wohl die gleichen Schaltapparate verwendet werden müssen, als bei 3000 V und auch die Maschinen, Apparate und sonstigen Einrichtungen bei dieser Spannung sich kaum billiger stellen als bei 3000 V, aus der Verwendung von 2000 V sonach kein Vorteil entsteht. Es wurde daher nur diese Spannung als normale Spannung angenommen.

Die nächst höhere, bisher mit Vorliebe angewendete Spannung ist 5000 V. Mit derselben ist ein großer Teil der Kabelnetze und auch kleinerer Freileitungsnetze in Österreich ausgeführt. Mehrfach verwendet erscheint auch die Spannung von 6000 V. Da jedoch ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Spannungen nicht besteht und die Anlagen mit 5000 V in Österreich ihrer Zahl nach weit aus überwiegen, so wurde nur diese Spannung als normale Spannung aufgenommen.

Der darnach folgende Spannungsbereich von 10 000 bis 25 000 V kommt vornehmlich für die Überlandleitungs-

*) Nach Abschluß der Beratungen des Sonderkomitees hat Rüdenberg „eine rationelle Spannungsreihe“ aufgestellt (E. T. Z., Heft 24, 1918), in welcher alle Spannungen im Verhältnis von zirka 1: $\sqrt{3}$ stehen. Vgl. auch E. u. M. 1918, Heft 35, Seite 396.

Digitized by Google

netze in Frage. Es sind bisher die verschiedensten in diesem Bereiche liegenden Werte zur Verwendung gekommen. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die Verteilungsspannungen in Überlandnetzen im Laufe der letzten Jahre immer höher gewählt wurden. Während anfänglich die Spannung von 10 000 V fast ausschließlich zur Anwendung kam, hat man in den letzten Jahren auch Netze mit 15 000 und 20 000 V Netzspannung ausgeführt. Ausdehnung der Netze, Größe der Transformatorenstationen, Höhe der Aufwendungen, welche für diese Stationen wirtschaftlich sind, sind für die Wahl der Spannung maßgebend. Zweifelsohne wird die fortschreitende Entwicklung des Transformatoren- und Apparatebaues es ermöglichen, immer höhere Werte anzuwenden. Das Komitee wollte deshalb in diesem Bereiche der Entwicklung tunlichste Freiheit belassen und sah sich deshalb veranlaßt, in diesem Bereiche drei Spannungswerte, die auch bisher vielfach verwendet waren, als Normalwerte aufzunehmen, und zwar 10 000, 15 000 und 20 000 V. Diese Werte stehen im Einklang mit den Spannungen, welche der Verband Deutscher Elektrotechniker in den von ihm 1913 beschlossenen Richtlinien für die Konstruktion und Prüfung von Wechselstrom-Hochspannungsapparaten festgesetzt hat. Für Anlagen mit 10 000 V kommen die Apparate für 12 000 Nennspannung, für Anlagen mit 20 000 V die mit 24 000 V Nennspannungen in Frage. Für Anlagen mit 15 000 V Netzspannung müssen ebenfalls die Apparate für 24 000 V Nennspannung verwendet werden.

In dem über 20 000 V liegenden Spannungsbereich glaubte das Komitee, im Hinblick auf bereits bestehende Ausführungen, die Werte von 50 000 und 100 000 V als Normalwerte annehmen zu sollen. Auch für diese Werte kann angeführt werden, daß sie mit den Richtlinien für Hochspannungsapparate im Einklang stehen. Die Spannung von 110 000 V ist weiters derzeit allgemein als Spannung der vielfach projektierten Großkraftwerke zur Versorgung großer Gebiete in Aussicht genommen. Dementsprechend wurden auch 100 000 V als höchste normale Spannung festgesetzt.

Nach Festlegung dieser beiden Werte war noch das Intervall von 20 000 bis 50 000 V bezw. 50 000 bis 100 000 V durch Zwischenwerte zu unterteilen. Das Komitee hat sich für die mittleren Werte dieser Intervalle, das heißt für 35 000 und 75 000 V entschieden, für welche Werte ebenfalls ins Treffen geführt werden kann, daß die derzeit normalen Spannungen für Hochspannungsapparate mit den Werten in Einklang stehen, indem

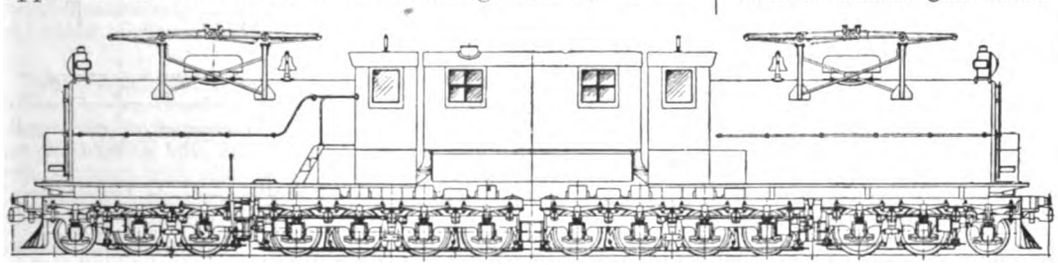


Abb. 1.

für 35 000 V-Netze die Apparate für 35 000 V, für 75 000 V-Netze die Apparate für 80 000 V verwendet werden können.

Es wurde in den Beratungen zwar angeführt, daß bei Festsetzung einer Spannung von 30 000 V und Verwendung der Apparate für 35 000 V ein höherer Grad von Betriebssicherheit erreicht würde, wie dies auch bei den anderen gewählten Spannungen der Fall ist, auch daß das Intervall von 20 000 V bis 35 000 V relativ groß sei. Das Komitee sah sich jedoch veranlaßt, sich sowohl wegen der gleichmäßigen Unterteilung des Bereiches zwischen 20 000 und 50 000 V. als auch im Hinblick auf in Österreich bestehende Anlagen mit 35 000 V für diese Spannung zu entscheiden.

Die vorstehenden Erläuterungen und Bemerkungen zu dem unter A angegebenen Richtlinienentwurf wurden vom Referenten des Komitees, Herrn Direktor Ingenieur L. Kallir, verfaßt und vom Komitee deren Veröffentlichung beschlossen.

Es wird ersucht, Äußerungen und Anträge dem Vereinssekretariat (VI, Theobaldgasse Nr. 12) zu übermitteln.

Das Komitee für die Vereinheitlichung der Periodenzahl und Spannungen.

Wien, im November 1918.

Neue zahnradlose Personenzugslokomotive der Chicago, Milwaukee & St. Paul Railway.

In der letzten Sitzung des New-York Railroad Club berichtete A. H. Armstrong über eine neue zahnradlose Personenzugslokomotive, die zurzeit in den Werkstätten der General Electric Co. für die Ch. M. & St. P. Ry.*) im Bau ist. Während Personen- und Güterzugslokomotiven, die jetzt auf dieser Strecke den Dienst versehen), mit vierpoligen Achsmotoren in Tramaufhängung ausgerüstet sind und sich untereinander nur durch die Größe der Zahnradübersetzung unterscheiden, sitzen die Läufer der Motoren dieses neuen, in erster Linie zur Beförderung von Personenzügen bestimmten Fahrzeuges direkt auf den Radachsen. Es wird also auf eine Anordnung zurückgegriffen, die von der gleichen Firma schon vor bald 15 Jahren bei den Lokomotiven der New-York Central and Hudson River Ry.***) angewendet wurde und die sich offenbar bewährt hat. Während aber damals in erster Linie eine gewisse Abneigung vor Zahnradgetrieben†) selbst bei relativ geringer Übertragungsleistung zu dieser Lösung drängte, ist es heute die höher und höher werdende Gleichstrom-Fahrdrahtspannung, der der vierpolige Motor wegen seiner relativ kurzen Bürstenstiftentfernung sowie wegen seiner** hohen Lamellenspannung, die überdies durch die große Ankerrückwirkung, namentlich bei Feldschwächung, leicht gefährlich hohe Werte erreichen kann, nicht mehr zu genügen beginnt und die zur zweipoligen Bauart der Motoren wieder zurückführt. Freilich sind mit dem Fortfall der Zahnräder und der dadurch bedingten Verminderung des Totgewichtes auch betriebstechnisch ganz bedeu-

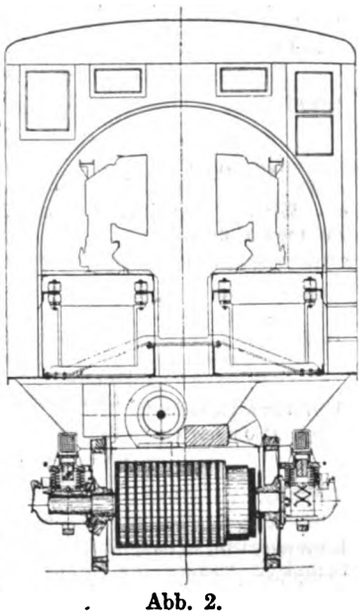


Abb. 2.

*) E. u. M. 1914, Seite 274, 1915, Seite 37, 1916, Seite 170.
**) E. u. M. 1918, Seite 115.
***) Siehe Prof. Dr. F. Niethammer, Mitteilungen aus der amerikanischen Starkstromtechnik, Z. f. E. 1905, Seite 17 ff., Abb. 7, 8 und 10.
†) Ebenso haben seinerzeit die Italienischen Staatsbahnen für ihre Drehstrombahnen jedenfalls deshalb eine Frequenz von $16^2/_3$ zugrunde gelegt, weil man vor Zahnradübersetzungen, zu denen eine Frequenz von 50 automatisch geführt hätte, zurückscheute, aus Gründen, die um die Jahrhundertwende ihre Berechtigung gehabt haben mögen. — Heute wird die Verschiedenheit der Frequenz zwischen dem Bahnnetz und dem öffentlichen Licht- und Kraftnetz bezw. -netzen in Italien als schwerer Nachteil empfunden.

Digitized by Google

tende Vorteile verbunden. Abb. 1 zeigt die Lokomotive in der Ansicht, Abb. 2 im Schnitt durch eine Triebradachse. Die charakteristischen Daten des Fahrzeuges sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich:

Länge über Puffer	23·164 m
Totaler Radstand	20·420 „
Fester Radstand	4·241 „
Triebraddurchmesser	1117·6 mm
Laufraddurchmesser	914·38 „
Schwerpunktshöhe, zirka	1447·8 „
Gewicht des elektrischen Teiles	106·6 t
„ „ mechanischen Teiles	131·7 „
Adhäsionsgewicht	207·75 „
Achsdruck pro Triebachse	17·3 „
„ „ Laufachse	15·27 „
Totes oder ungefedertes Gewicht pro Achse	4·3 „
Zahl der Motoren	12
Stundenleistung pro Motor	275 PS
Dauerleistung „ „	235 „
Zugkraft am Radumfang (einstündig)	20.800 kg
„ „ „ (dauernd)	19.000 „
„ „ „ auf 20‰ Steigung mit 975 t Anhängelast (Adhäsionskoeffizient 0·12)	25.000 „
Anfahrzugkraft (Adhäsionskoeffizient 0·2)	41.500 „

Die Lokomotive ist mit 12 Motoren ausgerüstet, die für die normale Fahrgeschwindigkeit zu je drei dauernd in Reihe geschaltet werden (1000 V pro Kommutator). Außerdem können die Motoren für Zwischenstufen zu 4, 6 oder 12 in Reihe geschaltet werden; überdies ist bei jeder Schaltstufe Feldschwächung der Motoren möglich. Die bei verschiedenen Steigungen und Schaltkombinationen der Motoren bei einem Anhängezugsgewicht von 975 t zu erzielenden Geschwindigkeiten sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

	Ebene Strecke	5‰ Steigung	10‰ Steigung	20‰ Steigung
	km in der Stunde			
Je 3 Motoren in Reihe (geschwächtes Feld)	102	76	62	49
„ 3 „ „ „ (volles Feld)	80	58	48·3	40·2
„ 4 „ „ „ „ „	65	43·5	35·5	29
„ 6 „ „ „ „ „	46·6	28·7	22·8	17·7
„ 12 „ „ „ „ „	24·1	12·9	9·7	6·5

Besonders bemerkenswert ist der Wirkungsgrad vom Stromabnehmer bis zum Radumfang der zahnradlosen Lokomotive, wie nachstehende Gegenüberstellung mit den betreffenden Werten der jetzigen mit Zahnradübersetzung arbeitenden Fahrzeuge zeigt.

		40	50	60	70	80	90	100
		km in der Stunde						
Wirkungsgrad η in Prozenten	Zahnradlose Lokomotive	86	90	91	91·5	92	92	92
	Lokomotive mit Zahnradübersetzung	89	90	89	86	81·5	77	72

Von der elektrischen Bremsung wird, wie bei den früheren Lokomotiven, in ausgiebigem Maße Gebrauch gemacht. Schaltungstechnisch konnte die Bremseinrichtung sogar noch vereinfacht werden. Sonst ist die Apparatur mit derjenigen der Zahnradlokomotiven identisch. *Sachs.*

Rundschau.

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Erzwungene Schwingungen bei veränderlicher Eigenfrequenz und ihre technische Bedeutung. Georg Duffing. Die Schwingungsprobleme haben für den Ingenieur immer mehr an Bedeutung gewonnen. Allerdings begnügt man sich meist mit der Annahme harmonischer Schwingungen, das heißt mit dem Näherungsfall, der eine vom Ausschlag unabhängige Eigenfrequenz voraussetzt und studiert namentlich den Resonanzfall, bei dem sich ein unendlich großer Ausschlag ergibt. Die Fälle, daß die Eigenfrequenz des schwingenden Systemes nicht konstant bleibt, sondern von der Amplitude abhängt, sind aber praktisch von Bedeutung, zum Beispiel der elektromagnetische Schwingungskreis in Gegenwart von Eisen, der Parallelbetrieb von Synchronmaschinen, der Durchgang raschlaufender Maschinen durch die kritischen Drehzahlen, das symmetrische ebene Kreispendel und andere. Man spricht dann von pseudoharmonischen Schwingungen, die der Verfasser in Theorie und Versuch behandelt und die auf die Mehrzahl aller wirklichen schwingungsfähigen Systeme zutreffen. Dabei ergibt sich folgendes: Bei Übereinstimmung der Antriebsfrequenz mit der Frequenz der kleinen Schwingungen (Resonanz) stellt sich ein periodischer Bewegungszustand mit endlicher Amplitude ein. Die Phasenverschiebung von einer Viertelperiode zwischen Erregung und Ausschlag, die bei der harmonischen Schwingung auftritt, trifft hier nicht mehr zu. Steigert man die Erregung von kleinen Werten, bei denen die Frequenz kleiner als die Eigenfrequenz der kleinen Schwingungen ist, so wächst zunächst der Ausschlag stetig mit der Erregung bis bei einer gewissen Erregung der Ausschlag auf einen höheren Wert springt. Bei einer Erregung unter dieser kritischen wird die Amplitude nicht eindeutig durch die Erregung und Frequenz bestimmt. Für die Erregung, die größer als jene kritische ist, ist dagegen die Amplitude eindeutig bestimmt. Der Betrieb über Resonanz ist meist viel ruhiger als der unter Resonanz. Die freien Schwingungen ergeben sich nach Weierstrass durch einfache Anwendung der elliptischen Funktionen, dagegen können die erzwungenen Schwingungen nur durch sukzessive Näherungen dargestellt werden. Zunächst gibt der Verfasser eine allgemeine Lösung der Differentialgleichung

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \alpha x = R(t) \quad \ldots\ldots 1)$$

für die harmonische Schwingung in der Form

$$\left.\begin{aligned} x = C_1 \varepsilon^{-\frac{\gamma}{2}t} \cos \lambda t + C_2 \varepsilon^{-\frac{\gamma}{2}t} \sin \lambda t + \\ + \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t} R(\xi) \varepsilon^{-\frac{\gamma}{2}(t-\xi)} \sin \lambda (t-\xi)\, d\xi \end{aligned}\right\} \quad \ldots 2),$$

wobei $\lambda = \sqrt{\alpha - \frac{\gamma^2}{4}}$.

Die pseudoharmonischen Schwingungen wird man in den meisten Fällen darstellen durch die Differentialgleichungen, wenn von der Dämpfung abgesehen wird:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \alpha x - \beta x^2 - \gamma x^3 = 0 \text{ (freie Schwingungen)} \quad 3),$$

$$\left.\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + \gamma \frac{dx}{dt} + \alpha x - \beta x^2 - \gamma x^3 = k \sin \omega t \\ \text{(erzwungene Schwingungen)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots 3a).$$

Für den symmetrischen Fall $\beta = 0$ findet sich als Lösung von Gleichung 3), also für die freie Schwingung ohne Dämpfung:

$$\left.\begin{aligned} x = 4 \sqrt{\frac{2\alpha}{\gamma}} \sqrt{h}(1+h) \sin [\sqrt{\alpha}(1-12h)t] + \\ + h \sin [3\sqrt{\alpha}(1-12h)t \end{aligned}\right\} \quad \ldots 4).$$

Dabei ist

$$h = \frac{1}{2}l + 2\left(\frac{1}{2}l\right)^5 + \ldots \text{ und } l = \frac{\sqrt[4]{C_1 - C_3} - \sqrt[4]{C_1 - C_2}}{\sqrt[4]{C_1 - C_3} + \sqrt[4]{C_1 - C_2}},$$

ferner

$$C_1 = \frac{2}{3} - \frac{1}{3}\frac{a^2}{c^2}; \quad C_2 = -\frac{1}{3} + \frac{2}{3}\frac{a^2}{c^2}; \quad C_3 = -\frac{1}{3} - \frac{1}{3}\frac{a^2}{c^2},$$

wenn

$$a = \frac{v}{\sqrt{\alpha}}; \quad c = \sqrt{\frac{2\alpha}{\gamma}}; \quad \frac{a^2}{c^2} = \frac{\gamma v^2}{2\alpha^2};$$

ferner

$v^2 = v_0^2 + \alpha x_0 - \frac{\gamma}{2} x_0^4$, wenn für $t = 0$ gilt $x = x_0$ und $\frac{dx}{dt} = v_0$.

Für die erzwungene Schwingung ergibt sich aus 3a) mit $\beta = 0$ angenähert:

$$x = A \sin \omega t + \frac{1}{36} \frac{\gamma}{\omega^2} A^3 \sin 3\omega t \quad \ldots\ldots 5),$$

wobei sich A findet aus

$$\left(1 - \frac{\omega^2}{\alpha}\right) A - \frac{k}{\alpha} = \frac{3}{4}\frac{\gamma}{\alpha} A^3.$$

Digitized by Google

In ähnlicher Weise gibt der Verfasser auch eine Lösung für den unsymmetrischen Fall der Gleichung 3) und 3a) mit $\gamma = 0$.

Interessant ist noch folgende Gegenüberstellung:

Harmonische Schwingung.

Differentialgleichung:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + a\,x = R(t).$$

1. Die Eigenschwingung mit $R(t) = 0$ hat die Periode $\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{\alpha}}$ unabhängig vom Ausschlag.

2. Die Lösung der Differentialgleichung bei beliebigem, abteilungsweise stetigem $R(t)$ kann explizite angeschrieben werden.

Wenn die Funktion R die Eigenschaft hat $R(t+\tau) = R(t)$, wo τ eine bestimmte konstante Zeit, so setzt sich die Lösung aus zwei Summanden zusammen, deren einer die Periode $\frac{2\pi}{\sqrt{\alpha}}$ und deren anderer die Periode τ besitzt.

Dieser letztgenannte Teil führt den Namen „erzwungene Schwingung" und hat im Falle $R(t) = k \sin \omega t$, wo k eine Konstante, folgende Eigenschaften: er ist von der Form $A \sin \omega t$, wo $A = -\frac{k}{\omega^2 - \alpha}$.

Bei festem ω ist A proportional k, für $\omega < \sqrt{\alpha}$ hat A dasselbe, für $\omega > \sqrt{\alpha}$ das entgegengesetzte Vorzeichen wie k.

Es gilt das Gesetz der Superposition der Lösungen, das heißt ist

$$R = k_1 \sin \omega_1 t + k_2 \sin \omega_2 t + \ldots + k_n \sin \omega_n t,$$

so hat die erzwungene Schwingung die Form

$$A_1 \sin \omega_1 t + A_2 \sin \omega_2 t + \ldots + A_n \sin \omega_n t.$$

3. Für $\omega = \sqrt{\alpha}$ und $k \neq 0$ existiert keine periodische Lösung (Resonanz).

Pseudoharmonische Schwingung.

Differentialgleichung:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \alpha\,x - \beta\,x^2 - \gamma\,x^3 = R(t).$$

1. Die Eigenschwingung mit $R(t) = 0$ hat eine Periode zwischen 0 und $\frac{2\pi}{\sqrt{\alpha}}$ abhängig vom Ausschlag.

2. Die Lösung der Differentialgleichung bei beliebigem stetigen $R(t)$ ist nicht bekannt, selbst wenn man die Einschränkung macht, daß $R(t)$ eine stetige Funktion von t sein soll.

Aus der Theorie der Differentialgleichungen ist bekannt, daß für den Fall

$$R(t + \tau) = R(t)$$

auch Lösungen mit der Periode τ existieren müssen*). Mehr ist bei der allgemeinen Form von $R(t)$ hierüber nicht bekannt.

Im Falle $R(t) = k \sin \omega t$ kann die Lösung durch sukzessive Annäherung in eine oder drei Fouriersche Reihen entwickelt werden:

$$A_0 + A_1 \sin \omega t + \ldots$$

Bei festem ω ist A_1 nicht proportional k, sondern A_1 und A_0 sind mit k in komplizierter Weise verknüpft. Für $\omega > \sqrt{\alpha}$ hat A_1 sicher das entgegengesetzte Vorzeichen wie k, für $\omega < \sqrt{\alpha}$ gibt es unter Umständen drei reelle A_1.

Das Gesetz der Superposition gilt nicht; es gilt annähernd bei kleinen $k_1, k_2 \ldots$, falls alle $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ wesentlich verschieden von $\sqrt{\alpha}$ sind.

3. Für $\omega = \sqrt{\alpha}$ und $k \neq 0$ existiert für jedes k eine periodische Lösung.

Bei Behandlung der pseudoharmonischen Schwingungen synchroner Drehstrommaschinen ergibt sich, daß „unterschwere" Schwungräder möglich zu vermeiden sind. Die Abhandlung verdient die eingehendste Beachtung, zeigt aber auch, daß ein genaueres Studium der wirklichen Schwingungsvorgänge außerordentlich schwierig und verwickelt wird. (Sammlung Vieweg, Heft 41/42. Braunschweig 1918, 134 Seiten, 23 Abbildungen.)

Niethammer.

Ein Verfahren zur Vervielfachung der Periodenzahl wird von der Marconi-Gesellschaft und J. Shoenberg angegeben. In den Stromkreis einer Wechselstromquelle wird die Wicklung eines Eisenkernes mit gutem magnetischen Schluß eingeschaltet. Der Kern trägt noch eine zweite Wicklung, die über einen Regelwiderstand und eine offene Drosselspule an eine Gleichstromquelle

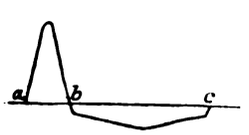


Abb. 1.

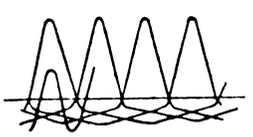


Abb. 2.

angeschlossen ist; die letztere magnetisiert den Kern bis zur Sättigung. Die Kurve des Wechselstromes erhält dann die unregelmäßige Form nach Abb. 1. Die Amplitude der einen Halbwelle ist viel größer als die der zweiten; die erste Halbwelle ist ferner bedeutend schmäler als die zweite (a, b ist viel kleiner als b, c). Diese Einrichtung wird nun für jede der n-Phasen des Wechselstromes getroffen. Vereinigt man die Ströme aller n-Phasen, so entsteht ein Strom von einer Frequenz, die n-mal so groß ist, als die Grundfrequenz der einzelnen Phasen. Abb. 2 zeigt die Zusammensetzung für Vierphasenstrom.

(E. T. Z. 39, 1918, Heft 34, nach Engineering.)

*) Horn, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Sammlung Schubert, § 68.

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Der Stand der elektrochemischen Industrie in Frankreich wird von G. Flusin geschildert. Einige Fabriken erzeugen Wasserstoff und Sauerstoff durch Elektrolyse von Wasser, welches Verfahren jedoch bald durch andere Arbeitsmethoden verdrängt werden wird. Im Jahre 1914 beschäftigten sich in Frankreich nur zwei Fabriken mit der elektrolytischen Herstellung von Chlor und Ätznatron; seit dem Kriege hat ihre Zahl beträchtlich zugenommen. Man benutzt hiezu die Vorrichtungen von Outhenin-Chalandre, Montheyund Solvay (mit der Quecksilberkathode). Die Erzeugung von Hypochloriten ist nur schwach entwickelt, während hingegen Chlorate und Perchlorate in vielen Fabriken hergestellt werden. Die elektrothermische Erzeugung von Phosphor durch Reduktion von Kalziumphosphat durch Kohle in Gegenwart von Kieselsäure beschäftigt derzeit drei Werke. Als Schleifmittel dienendes künstliches Korund wird erzeugt unter dem Namen „Elektrit" in La Bathie, als „Aloxit" in Sarrancolin und als „Borokarbon" in Mercus. Das Werk in La Bathie erzeugt auch Karborundum. Mit der Herstellung von Kalziumkarbid beschäftigen sich 15 Fabriken. Die Überführung desselben in den Kalkstickstoff (Zyanamid) wurde vor dem Kriege in Notre-Dame-de-Briancon ausgeführt. Demnächst soll diese Industrie bedeutend erweitert werden. Die synthetische Herstellung von Salpetersäure hat sich in Frankreich nicht entwickeln können, weil der Strompreis zu hoch ist; eine einzige Fabrik arbeitete nach dem Pauling-Rossi-Verfahren in La Roche-de-Rame. Die Erzeugung von Gegenständen aus geschmolzenem Quarz wird von einer Fabrik in Argentière-la-Bassée betrieben. Das Natrium wird ausschließlich durch die Elektrolyse von Ätznatron oder Natriumchlorid hergestellt; derzeit bestehen zwei Fabriken in Bozel und Clavaux. Die letztere Fabrik erzeugt auch metallisches Kalzium und Magnesium. In der Aluminiumerzeugung hat Frankreich bisher die erste Stelle eingenommen; die größten Werke sind in Argentière, Calypso, Saint-Jean-de Maurienne, Prémont, la Saussaz, Chedde, Auzat. Viele Fabriken erzeugen auch Ferrosilizium und Ferrochrom.

(L'Industrie électrique 1918, S. 315.)

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Nietlose Schiffe. Über das in England und Amerika erprobte elektrische Schweißen der Schiffshaut haben wir bereits berichtet*). Zur Zeit werden auf vier amerikanischen Schiffswerften Schiffskörper durch elektrisches Schweißen statt durch Nietung zusammengebaut; die Festigkeit der Verbindungen soll dadurch um 25% erhöht und die Herstellungszeit um 50% verkürzt werden. Zunächst wurden die Bleche um etwa 50 mm überlappt und die Ecken heruntergeschweißt; nunmehr sollen die Bleche stumpf zusammengestoßen werden, und zwar werden die Blechenden abgeschrägt, so daß an der Stoßstelle eine V-Rinne entsteht, die dann etwas überstehend voll geschweißt wird, während die ganz glatte Seite, das heißt die V-Spitze seewärts gekehrt bleibt**). Dadurch wird gegenüber dem Überlappen an Stahl gespart. Bleche bis 90 mm Dicke werden derart elektrisch geschweißt. Auch gebrochene Gußstücke, zum Beispiel Zylinder an Bord, werden elektrisch zusammengeschweißt. 30 Schweißarbeiter sollen 125 Nietarbeiter ersetzen. Verwendet wird das Wilson-Lichtbogenverfahren mit einem Motorgenerator für 35 V (?); die Schiffsplatten bilden die negative Elektrode, das Schweißmetall die andere, positive.

Das General Committee of Lloyds Register in England hat durch einen technischen Ausschuß die Verhältnisse bei elektrisch geschweißten Schiffen genau untersuchen lassen, und zwar sowohl auf Festigkeit und Elastizität wie auf chemische Eigenschaften. Es sind bereits provisorische Vorschriften über die Anwendung der elektrischen Bogenschweißung auf Schiffskonstruktionen herausgegeben.

Vereinzelt scheint auch Wechselstrom-Punktschweißung im Schiffsbau Verwendung zu finden. In England wurde das elektrische Schweißen auf einer Werft der Südostküste eingeführt. Bei einem 40 m langen, 5 m hohen Schiff von 275 t Verdrängung wurden 245 Arbeiterstunden gespart und außerdem zirka 450 kg Material gegenüber einem genieteten Schiff. Man erwartet schließlich eine Ersparnis an Bauzeit von 25 bis 40% und von 10% an Material.

N.

*) E. u. M. 1918, Heft 18, Seite 75.

**) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 41, Anzeiger Seite 166.

Digitized by Google

Elektrischer Ofen für Glüh- und Schmiedezwecke. W. S. Scott benutzt als Heizwiderstand das Siliziumkarbid. Bei der Benutzung von Graphit zu demselben Zwecke findet sehr leicht eine Verschlackung durch die etwa vorhandene Asche statt, wodurch der Widerstand sehr rasch ansteigt. Außerdem wird der Ofen am Boden weitaus stärker erhitzt als oben. Das Siliziumkarbid entsteht bei 1950° C und wird zersetzt bei 2200°. In reinem Sauerstoff wird es bei 1000° nicht oxydiert. Zwischen 1500 und 1800° C wird die Oxydation stark verzögert durch den sich bildenden Kieselsäureüberzug. Neutrale oder reduzierende Gase sind ohne Einfluß. Das spezifische Gewicht beträgt 3·12 bis 3·20. Die Zugfestigkeit der keramisch abgebundenen Gegenstände aus Siliziumkarbid kann in weiten Grenzen geändert werden und ohne wesentliche Beeinflussung der physikalischen und chemischen Eigenschaften bis 98 kg/cm² erreichen. Siliziumkarbid ist ein Leiter zweiter Klasse. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sein Widerstand einigemal größer als der des Graphits, bei 980° C beträgt es 3·7 Ω und bei 1400° 0·65 Ω/cm³. Der erste Ofen dieser Type hatte zwei Kammern zum Erhitzen von zusammen 45 kg pro h auf 1000°. Die Widerstände bestanden aus Blöcken von 11·4 cm auf 5·2 cm im Querschnitt, die oberhalb und unterhalb der Kammern angeordnet waren. Der Anschluß an die den Strom zuführenden Stahlplatten erfolgte durch granulierten Graphit. Zum Inbetriebsetzen waren 220 V erforderlich, während zum Betriebe des bereits heißen Ofens 60 V genügten. Die Aufheizung des ausgekühlten Ofens auf 1000° dauerte 8 h. Der Ofen verbrauchte durchschnittlich 18 kW und ergab einen Wirkungsgrad von 41%, obwohl die Wärmeisolierung sehr schwach war. Ein zweiter Ofen hatte einen Stromverbrauch von 300 A bei 33 V und einen Wirkungsgrad von 50%. Der Ofen wurde durch 370 h ununterbrochen bei 1000° erhalten, ohne daß die Widerstände die geringste Änderung erfahren hätten. Der erste Ofen für den normalen Werkstattbetrieb steht seit einem Jahre im ständigen Betrieb und die damit erzielten Ergebnisse sind sehr ermutigend. Die Temperatur war beim Schmieden von Schnelldrehstahl durch Perioden von 400 bis 500 h über 1000° und in einer Periode erreichte sie bis 1450°, ohne daß die Widerstände merklich gelitten hätten. Die Öfen wurden auch für die Emaillierung benutzt. Ein spezieller Ofen wurde für die Erzeugung von Lampenzylindern konstruiert. Der beschriebene Ofen hat folgende Vorteile: 1. eine gleichmäßige Temperatur in allen Teilen der Heizkammer, 2. die erforderliche Arbeitstemperatur kann durch unbegrenzte Zeit aufrecht erhalten werden, 3. in der Kammer herrscht eine neutrale Atmosphäre, so daß der Stahl nicht oxydiert wird.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 13, 1918.)

Leitungen.

Leitungsanlagen moderner Kraftübertragungen. Aus einer Darstellung der bedeutendsten Kraftübertragungsanlagen der Welt, die Dr. E. P. Driver und E. V. Pannell in „Electrical News" veröffentlicht, gibt „Electrician" die wichtigsten Daten der Leitungsanlagen in folgender tabellarischer Zusammenstellung.

Anlage	Spannung in kV	Übertragung auf km	kV pro km	Leitung Material	Leitung ⊖ mm²	kVA übertragen in Tausend	A pro mm²	Isolatorenkette Anzahl	Isolatorenkette kV pro Isolator	Abstand der Phasen in m	Abstand der Phasen mm/kV
Pacific Light & Power	150	386	0·39	Alum.-Stahl	240	30	16	9—11	16·7—13·6	5·3	36
Southern Sierras Power	140	381	0·37	„ „	136	4·2	4·16	6	23·4	3·3	25
Commonwealth Power	140	392	0·36	Kupfer	68	15	30	10	14	3·6	26
Utah Power & Light	130	218	0·60	„	161	12	10·8	9—11	14·5—11·8	3·9	30
Tennessee Power	125	224	0·56	„	85	10	17·6	7— 8	18 —15·6	3·1	25
Inawashiro Power	115	230	0·50	„	127	28	36	7— 8	16·4—14·4	3·0	26
Pacific Gas & Electric	110	176	0·63	Alum.-Kupfer	106	13	21	7— 8	15·7—13·7	3·0	27
Mississippi Riv. P.	110	230	0·48	Kupfer	194	36	32·4	7— 8	15·7—13·7	3·0	27
Hydro Electric Power C.	110	366	0·3	Al-Stahl-Cu	137	22	28	8—10	13·7—11	3·2	29
Chile Exploration	110	138	0·8	Kupfer	106	20	32·4	4— 5	27·5—22	3·9	35
Alabama Power	110	240	0·46	„	85	18	36	6— 7	18·3—15·7	3·0	27
Georgia Ry. & Power	110	144	0·76	„	137	25	31·6	5	22	2·7	25
Cedars Rapids Mfg.	110	112	1·0	Al-Stahl	194	36	32·4	8	13·8	3·0	27
Mexican Northern	110	253	0·44	Al	137	11	14	7— 9	15·7—12	3·0	27
Sierra & San Francisco	104	221	0·47	Kupfer	85	14	29·6	5	20·8	2·4	24
Great Western Power	100	246	0·40	„	106	25	44	5	20	3·0	30
Tata Hydroelectric	100	69	1·45	„	78	20	54·4	6— 7	16·6—14·3	3·2	32

Baustoffe.

Elektrische Eigenschaften von Vulkanfiber. W. Eves. Die dielektrische Festigkeit (Durchschlagsspannung) von Vulkanfiber ist eine Funktion seiner Dicke, des Gelatinierungsgrades, der Temperatur und bis zum gewissen Grade auch der Farbe. Beeinflußt wird sie durch das nach der Herstellung und dem Waschen im Fiber verbliebene Gelatinierungsmittel (Zinkchlorid), den Feuchtigkeitsgehalt, sowie durch die Homogenität und die Gestalt der Probe. Die Feuchtigkeit bildet bis zum gewissen Grade eine Bedingung der Dauerhaftigkeit des Vulkanfibers. Die Zinkchloridlösung bildet örtliche Ansammlungen, die die Durchschlagsfestigkeit herabsetzen. Was den Einfluß der Temperatur betrifft, so wurde bei grauem Vulkanfiber bei der Temperaturerhöhung von 25 auf 100° C einmal eine Steigerung der Durchschlagsfestigkeit um etwa 80% gemessen, während ein anderes Mal bei einer dickeren Probe eine Abnahme von 77% festgestellt wurde. Schwarzes Vulkanfiber zeigt bei dickeren Proben in dem genannten Temperaturgebiet ein Abnehmen der Durchschlagsfestigkeit um 12%. Bei rotem Fiber sinkt sie durchschnittlich um 60%, obwohl auch hier die dünneren Proben eine Steigerung der Durchschlagsfestigkeit aufweisen. Dieses sonderbare Verhalten dürfte in den anwesenden Zinkchloridresten seinen Grund haben, die mit der gleichfalls vorhandenen Feuchtigkeit eine Lösung bildet. Bei der Erwärmung sinkt der Widerstand der Lösung, zugleich aber findet eine Verdampfung von Wasser statt, wodurch wiederum der Widerstand erhöht wird. Da in den dünneren Proben die letztere Wirkung vorwiegt, so muß hier die Durchschlagsspannung abnehmen. Bei der Zimmertemperatur beträgt die dielektrische Festigkeit des Vulkanfibers bei einer Dicke von 1 mm 11 500 V, bei 2 mm 9500 V, bei 4 mm 7700 V und bei 8 mm Dicke 6000 V pro mm.

Graues Vulkanfiber wird erzeugt aus reinem Papier ohne Zusatz irgend einer Farbe. Schwarzes Fiber enthält Lampenruß oder andere Farbkörper und rotes verhältnismäßig viel Eisenoxyd. Gegen alle Erwartung hat das letztere nicht immer die geringere Durchschlagsfestigkeit. In dem Maße, wie das Vulkanfiber seinen normalen Feuchtigkeitsgehalt verliert, wird es brüchig. Dies geschieht durch andauerndes Erhitzen auf 80 bis 100° C, während bei 200° bereits die Verkohlung beginnt. Die Zugfestigkeit von Vulkanfiber beträgt 630 bis 910 kg/cm², die Druckfestigkeit 2320 bis 3023 kg/cm². Es ist nicht wasserdicht, sondern absorbiert Wasser, ohne jedoch davon angegriffen zu werden; getrocknet, nimmt es die ursprünglichen Dimensionen und Eigenschaften wieder an. Auch gegen verdünnte Säuren und Alkalien ist es widerstandsfähig. Organische Lösungsmittel und alle Öle sind ohne jeden Einfluß. In den letzten Jahren wird das Vulkanfiber viel als elektrischer Isolator benutzt, so für Spulen usw. Die meiste Anwendung findet es für die Isolation bei Eisenbahnsignalanlagen. Man verlangt hiefür ein spezifisches Gewicht von 1·3 bis 1·5, eine Wasserabsorption, wenn es durch 24 h im Wasser liegt, von nicht mehr als 45% bei 3·175 mm Dicke und 30% bei 4·76 mm, eine Zugfestigkeit von 350 kg/cm² und eine dielektrische Festigkeit von 1280 V pro mm. Es muß sich ferner, ohne zu brechen oder abzusplittern, zu einem Kreis umbiegen lassen, dessen Halbmesser der zehnfachen Dicke gleich ist. Je höher das spezifische Gewicht ist, desto fester und homogener ist das Material und um so besser läßt es sich bearbeiten. Im Vergleich mit anderen bekannten Stoffen ist sein Wert als Isoliermaterial sehr hoch.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 13, 1918.)

Digitized by Google

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrisch betriebene Hebezeuge.

Bei Druckknopfsteuerungen für Aufzüge ist es bekannt, im Falle eingetretener Störungen an der Steuer- oder Türkontaktleitung oder an den Stockwerkrelais diese Leitungen abzuschalten und gleichzeitig eine Vorrichtung einzuschalten, durch die der Fahrer aushilfsweise den Aufzug benutzen kann. Ein Verwechseln der einzelnen Schaltstellungen soll durch die von W. Reich in Berlin angegebene Konstruktion eines Schaltkastens vermieden werden, der sich in der Fahrkammer neben dem Druckknopfregister befindet und im normalen Betrieb durch Sicherheitsschloß gesperrt ist. Wird der Deckel von dem Schaltkasten so weit abgezogen, daß zwei Druckknöpfe in ihm frei werden, so wird dabei mittels unzugänglicher Schleifkontakte die gesamte Steuerung vom Netz abgeschaltet und durch die freigegebenen Druckknöpfe kann der Aufzug aushilfsweise in Gang gesetzt werden. (D. R. P. Nr. 305 436.)

Von der Firma Adolf Bleichert & Co. in Leipzig-Gohlis wird eine Schalteinrichtung für elektrisch betriebene Krane angegeben, durch die Kranbewegungen selbsttätig ausgeschaltet werden, wenn die Last in ein bestehendes Hindernis, wie in ein Gebäude, über ein Eisenbahngeleise, also in eine sogenannte Schutzfläche hineinzufahren droht. Erfindungsgemäß werden die Stromzuleitungen zu Fahrmotor und Hubmotor wechselseitig zu einander bezw. zu Hilfsapparaten, die von der Stellung des Kranes innerhalb seines Arbeitsbereiches gesteuert und von den Motoren angetrieben werden, so gesteuert, daß an der Schutzfläche durch das Zusammenwirken der von den Motoren in Verbindung mit den Hilfsapparaten eingeleiteten Steuerungsvorgänge der Kran selbsttätig stillgesetzt wird; erst nach Anheben der Last über die Schutzfläche hinaus kann der Kran wieder in Bewegung gesetzt werden. Zur Steuerung der Stromzuleitungen dienen verstellbare Wandermuttern in Verbindung mit versetzbaren Wanderschaltern. (D. R. P. Nr. 299 844.)

Es ist bekannt, das Feld des Arbeitsmotors von Förderanlagen in den Betriebspausen zu schwächen, um an Erregerenergie zu sparen. Meist erfolgt die Feldschwächung während des Einlegens der Bremse, beim Lösen der Bremse wird das Feld in der ursprünglichen Stärke hergestellt. Nach der Erfindung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft erfolgt die Feldschwächung in mehreren Stufen. Sobald der Bremshebel in die Bremsstellung gelangt, wird durch den Feldschwächungsschalter ein Teil des Erregerwiderstandes eingeschaltet. Geht er in eine Stellung verstärkter Bremsung über, so folgt eine neuerliche Zuschaltung einer Widerstandsstufe usf. Dazu dient eine zwischen dem Bremshebel und dem Feldschwächungshebel angeordnete mechanische, selbsttätig wirkende Schaltvorrichtung. (D. R. P. Nr. 298 143.)

Es ist bereits vorgeschlagen worden, Fördermaschinen selbsttätig stillzusetzen, wenn beim Retardieren die Geschwindigkeit vom richtigen Wert abweicht, etwa durch Abschalten der Fördermaschine vom Netz. Nach einer Erfindung der Firma erfolgt das Stillsetzen sanfter, wenn der Steuerapparat des Fördermotors beim Überschreiten der Retardiergeschwindigkeit über einen bestimmten Wert in die Nullstellung zurückgeführt, gegebenenfalls in die Gegenstromstellung gebracht wird. Dazu dienen zwei in einem Überwachungsstromkreis liegende, den Steuerhebel zurückführende Elektromagnete. Der Überwachungsstromkreis wird von einem Hilfsgenerator gespeist, der eine mit der Fördergeschwindigkeit veränderliche Spannung liefert. Ein vom Teufenzeiger geregelter Widerstand im Überwachungsstromkreis ändert sich mit der Geschwindigkeit der Retardierung. Bei richtiger Retardierung muß der vom Generator gelieferte Strom konstant bleiben, bei zu geringer Retardierung wird durch den dabei ansteigenden Strom des Generators unter Vermittlung eines Relais ein den Steuerhebel rückführender Elektromagnet erregt. (D. R. P. Nr. 303 146.)

Eine Erfindung der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden betrifft selbsttätig wirkende Retardier- bezw. Anfahrapparate für Fördermaschinen, welche den Einfluß der veränderlichen Lastgröße oder der wechselnden Lastrichtung auf Beschleunigung bezw. Verzögerung des Förderns ausgleichen soll. Um die Einrichtung für alle Antriebssysteme einheitlich zu gestalten, wird in bekannter Weise der Steuerhebel zeitweilig mit als Rückführ- und Wegbegrenzer dienenden umlaufenden Scheiben gekuppelt. Erfindungsgemäß wird die Geschwindigkeit der Scheiben, welche die Rückführbewegung bewirken bezw. die Anfahrbewegung beschränken, geregelt, und zwar in Abhängigkeit von den Betriebsgrößen der Fördermaschine, also dem Sinne der Belastung, ihrer Größe oder der Fördergeschwindigkeit oder auch von dem von vorneherein für bestimmte Förderungsarten festgesetzten Verlauf der Geschwindigkeit der Fördermaschine. (D. R. P. Nr. 299 841.)

Bei elektrischen Fördermaschinen wird die Geschwindigkeit vom Förderhebel bloß eingestellt, auf den erforderlichen Wert wird sie von Hilfssteuereinrichtungen gebracht. Am Ende der Schaltperiode, wenn ein weiteres Eingreifen der Hilfssteuerung nicht erwünscht ist, muß sie ausgeschaltet oder wirkungslos gemacht werden. Dies geschieht nach der Erfindung der Firma bei der Vornahme betriebsmäßiger Manöver am Ende einer jeden Hubperiode. So wird zum Beispiel die Hilfssteuerung ausgeschaltet durch das Aufwerfen der Haltebremse oder Wiederauslegen des Steuerhebels nach herbeigeführtem Stillstand in der Nähe des Hubendes. Dadurch werden besondere Steuerbewegungen überflüssig gemacht, Störungen ausgeschlossen, die durch das Unterlassen der letzteren entstehen würden und das Wirkungslosmachen der selbstregelnden Hilfssteuerung im richtigen Moment durchgeführt. (D. R. P. Nr. 297 565.)

Eine Reihe von Erfindungen beschäftigt sich mit der Verwendung von Mehrphasenmotoren zum direkten Antrieb von Fördermaschinen. Bei Drehstromseriemotoren mit Steuerung durch Bürstenverschiebung ist natürlich mit Rücksicht auf die Hub- und folgenden Senkbewegungen der Fördermaschine wichtig, eine Eindeutigkeit zwischen den Bewegungen des Drehfeldumschalters und der Bürstenverstellvorrichtung zu erzwingen. Nach einer Erfindung der letztgenannten Firma werden beide elektrisch miteinander gekuppelt bezw. die Kupplung elektrisch gelöst. Die erste Bürstenverschiebung wird stets in einem bestimmten Sinne: Motorbetrieb oder Generatorbetrieb vorgenommen. Der Drehfeldschalter wird für jede Drehrichtung durch je ein Relais gesteuert, das Strom von einer Kontaktvorrichtung erhält, die in Abhängigkeit von der Stellung der Bürstenbrücke verstellt wird. Die jeweils erregten Relais werden durch besondere Schalter nach richtiger Einschaltung des Drehfeldschalters unabhängig von der weiteren Bewegung der Bürstenbrücke geschlossen erhalten. Endlich ist eine von der Maschine betätigte Schaltvorrichtung vorgesehen, welche nach Einschaltung des Drehfeldes im unrichtigen Sinne den Stromkreis der jeweils erregten Relais unterbricht und die Maschine vom Netz abschaltet. (D. R. P. Nr. 293 702.)

Auch eine Erfindung der Siemens-Schuckert-Werke sucht die Wechselstromkommutatormotoren dem Hebezeugbetriebe anzupassen. Mittels eines einzigen Steuerhebels werden Bürstenjoch und Hauptschalter des Motors bewegt, in Abhängigkeit vom Hauptschalter wird die Haltebremse selbsttätig angestellt; der Antrieb wird unter elektrischer Nutzbremsung selbsttätig stillgesetzt und im richtigen Sinne wieder angelassen, auch wenn die Belastung von Hub zu Hub wechselt. Zu diesem Zwecke wird die zwangläufige Verbindung zwischen Hauptschalter und Bürstenbrücke aufgehoben und die Steuereinrichtung so ausgebildet, daß der Schaltapparat bei jeder beliebigen Bürstenstellung mittels des Steuerhebels beeinflußt wird. Der Motor kann also durch den Steuerhebel und den Hauptschalter entsprechend den Betriebsverhältnissen immer dann ausgeschaltet und die Bremse angezogen werden, wenn am Ende eines Hubes der Antrieb zur Ruhe gekommen ist. Ebenso kann der Motor für den neuen Hub eingeschaltet und die Bremse gelüftet werden, nachdem die Bürsten so eingestellt worden sind, daß durch das vom Motor ausgeübte Drehmoment die Last gerade in der Schwebe gehalten wird. (Ö. P. Nr. 74 159.)

Diese Einrichtung erfordert einen Steuerbock mit mehreren Schlitzen. Dieser wird vermieden, wenn man neben dem Steuerhebel einen Hebel für die mechanische Bremse anordnet. Der Steuerhebel bringt die Bürstenbrücke in Arbeits- oder Bremsstellung, der zweite Hebel bedient den die Feldumschaltung bewirkenden Ständerschalter und die mechanische Bremse; die Bremse liegt an, wenn der Ständer ausgeschaltet ist. (D. R. P. Nr. 296 249.)

Eine Reihe von Erfindungen betreffen die Sicherheit des Betriebes beim Senken schwerer Lasten gewährleistende Schaltungen, auch bei Unvorsichtigkeit des Führers. Die Österreichischen Brown-Boveri-Werke A.-G. in Wien treffen eine Anordnung, durch welche der Läuferwiderstand des Fördermotors, der mittels Gegenstrombremsung in jeder Anlaufstellung des Steuerhebels gebremst werden soll, selbsttätig erhöht wird. Die Einschaltung der Zusatzwiderstände ist in Abhängigkeit gebracht von der Drehrichtung des Motors und von der Drehrichtung des Drehfeldes bei Drehfeldmotoren bezw. des Läufers bei Gleichstrommotoren. Die Vorschaltung des Zusatzwiderstandes wird schon bewirkt, sobald der Motor ausgeschaltet wird, bevor noch die Umschaltung erfolgt ist, um Stromstöße zu vermeiden. (Ö. P. Nr. 73 125.)

Von der A. G. Brown Boveri & Cie. in Baden wird eine Senkbremsschaltung für Motoren mit Regelung durch Bürstenverstellung angegeben, die in der Verbindung eines Schalters für den Motorständer mit dem die Bürstenbrücke verstellenden Steuerorgan besteht. Der Schalter wird durch eine Handfalle am Steuerorgan betätigt, so daß die Motorbürsten beim Ausschalten der Hub- oder Senkbewegung so weit verschoben bleiben können, als zur Erzielung des Gleichgewichtszustandes zwischen Lastdrehmoment und Motordrehmoment erforderlich ist. Beim Wiedereinschalten des Motors wird in der jeweiligen Bürstenstellung sofort wieder das dem Gleichgewichtszustande entsprechende Drehmoment hergestellt. Ein Sacken der Last ist dadurch vermieden und ein sanftes Einleiten der Senkbewegung wird dadurch ermöglicht. (D. R. P. Nr. 299 350.)

Bei der Senkschaltung von Hauptstrommotoren, die die Siemens-Schuckert-Werke angeben, arbeitet der Motor beim Senkbremsen als Hauptstromgenerator auf Widerständen, in den Senkkraftstellungen liegt er als Nebenschlußmotor am Netz. Die beim Heben oder in den Senkbremsstellungen bestehende Verbindung von Motoranker, Vorschaltwiderständen und Erregerwicklung wird erfindungsgemäß auch in den Senkkraftstellungen nicht unterbrochen, es wird nur der eine Netzpol an den Regelwiderstand gelegt und beim Regeln der Geschwindigkeit an ihm entlang geführt. (D. R. P. Nr. 372042.)

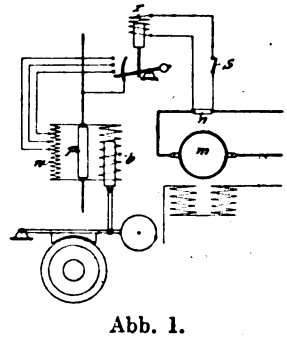


Abb. 1.

Um den Nachlaufweg von elektrisch betriebenen Aufzügen, das ist der Weg, den die Aufzugskabine noch nach Abstellen des motorischen Antriebes zurücklegt, derart zu verkürzen oder zu verlängern, daß der Einfluß der Last auf die Größe des Nachlaufweges ausgeglichen wird, trifft die Firma an Stelle einer schwer anzubringenden

Digitized by Google

mechanischen Einrichtung eine elektrische, bestehend in der Anordnung von Parallelwiderständen zum Bremsmagneten. Die Schaltung der Parallelwiderstände erfolgt selbsttätig in Abhängigkeit von der Last. *m* (Abb. 1) ist der Fahrstuhlmotor, *b* der Bremsmagnet, *p* ein Widerstand zur Unterdrückung der Öffnungsfunken, *r* ein an den Widerstand *n* im Ankerkreis angelegtes Stromrelais. Das letztere kann die drei obersten Stufen des Parallelwiderstandes *w* kurzschließen. Dadurch wird der Widerstand für den in der Magnetspule *b* beim Abschalten selbstinduzierten Strom und damit die Zeit verringert, in der sich die Spule aberregt. Das Relais *r* kann bei *s* von Hand aus oder selbsttätig von der Anlaßvorrichtung eingelegt werden.

(D. R. P. Nr. 301 420.)

Von der Maschinenfabrik Oerlikon wird eine Schaltung für Gleichstrommotoren mit Nebenschlußbremsluftmagneten angegeben, bei welcher der Hauptschalter beim Bremsen den Hauptstrom unterbricht und den Motor an einen kleinen Bremswiderstand anlegt, in welchen der Motor während des Nachlaufweges des Aufzuges Bremsstrom schickt. Dadurch fällt der Bremslüftmagnet sofort außer Wirkung und der Motor wird elektrisch abgebremst.

(S. P. Nr. 75 592.)

Bei Hebezeugen ist es erforderlich, die Lastbewegung durch mechanische Hilfsmittel in kleinerem Maßstab zu kopieren und durch die Kopierwerke Hilfsschalter zu betätigen, durch welche die Fördermaschine an bestimmten Stellen der Lastbewegung abgestellt wird. Um dem Kopierwerk eine große Schaltgeschwindigkeit zu geben, trotz der starken Übersetzung der Lastbewegung auf kleine Umdrehungszahlen ordnet die Firma Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. in Siemensstadt b. Berlin bei ihrem Kopierwerk aussetzende Getriebe zwischen Antriebswelle und Kontaktvorrichtung an. Abb. 2 zeigt die Konstruktion des Kopierwerkes. Dabei ist *l* die zu hebende Last, *w* die Windentrommel, *a* die Antriebswelle des Kopierwerkes, welches mit dem Stift *s* in das Malteserkreuz *c* eingreift. Auf der Welle *d*, die das Rad *c* trägt, ist eine Kontaktschiene *e* angeordnet, welche mit dem Gegenkontakt *f* den Kontakt herstellt. Bei jeder Umdrehung der Welle *a* macht das Malteserkreuz *c* eine sprungweise Vorwärtsbewegung, bis nach mehreren Umdrehungen der Kontaktring *e* außer Kontakt mit *f* kommt und dadurch den Aufzug abstellt. Die ersten sprungweise erfolgenden Bewegungen der Teile *c*, *d*, *e* sind ohne Einfluß auf die Kontaktunterbrechung und erst bei der letzten Sprungbewegung erfolgt in einer Stellung, in der der Kurbelstift *s* sich mit dem Malteserrad *c* gekuppelt hat, die Kontaktunterbrechung. Wenn zum Beispiel bei einem Malteserrade mit sechs Ausschnitten der Kurbelstift *s* etwa fünf Sechstel seiner Umdrehung nicht in Eingriff mit dem Rad *c* steht und nur während des letzten Sechstels die beiden Räder *b* und *c* sich mit nahezu gleicher Geschwindigkeit gegenläufig bewegen, da bei einer Gesamtumdrehungszahl 5 der Windentrommel *w* das dargestellte sechsteilige Malteserrad ausreichend ist, so ersieht man, daß der Kontaktring *e* sich mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit bewegen kann wie die Windentrommel *w*, wobei angenommen wird, daß die Übersetzung zwischen *w* und *a* = 1 ist. Durch die gesamte Einrichtung ist gegenüber der älteren Konstruktion daher eine Vergrößerung der Schaltgeschwindigkeit auf das Fünffache erzielt.

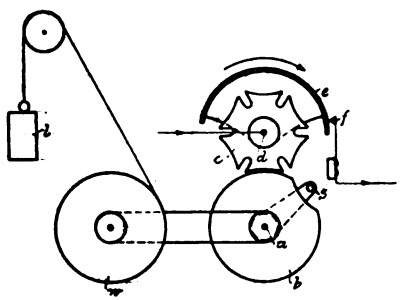


Abb. 2.

(Ö. P. Nr. 73 634.)

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Hilfs- und Fürsorgeaktion des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

Der Elektrotechnische Verein in Wien hat zu Beginn des Krieges eine Hilfs- und Fürsorgeaktion für Elektrotechniker ins Leben gerufen, welche sich auf eine Stellenvermittlung und auf materielle Unterstützungen erstreckt hat.

Diese Hilfs- und Fürsorgetätigkeit wurde nun über Beschluß des Vereinsausschusses für jene Elektrotechniker, welche infolge der Demobilisierung ohne Erwerb sind, wieder aufgenommen.

Die Stellenvermittlung erfolgt — wie bereits in Heft 46 d. J. bekannt gegeben worden ist — durch Veröffentlichung von offenen Stellen und von Stellengesuchen im Anzeigenteil der Vereinszeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau". Wir bitten, uns die dauernd oder zeitweilig zu besetzenden Stellen in Bureaus oder Betrieben namhaft zu machen, bezw. bei deren Besetzung sich unserer Stellenvermittlung bedienen zu wollen. Anzeigen und Anfragen in Angelegenheit der Stellenvermittlung wollen an das Vereinssekretariat, Wien VI, Theobaldgasse 12, gerichtet werden; es wird ersucht, die geforderte Schul- und fachliche Vorbildung, die Verwendungsart (ob in Bureau, Werkstätte, Betrieb oder auf Montage) und den Beschäftigungsort anzugeben.

Für die materiellen Unterstützungen wurde im Jahre 1914 durch freiwillige Spenden ein kleiner Fonds geschaffen; es erscheint unerläßlich, für eine Stärkung der zur Verfügung stehenden geringen Mittel vorzusorgen. Wir wenden uns daher neuerlich an die Opferwilligkeit der Elektrotechniker mit der Bitte um Beiträge. Die Namen der Spender werden in der Vereinszeitschrift veröffentlicht werden.

Wir ersuchen noch alle Elektrotechniker, die Hilfs- und Fürsorgeaktion unseres Vereines tatkräftigst fördern zu wollen.

Die Vereinsleitung.

Inhaltsverzeichnis der E. u. M. für 1918.

Der Mangel an Papier veranlaßt uns, von dem Inhaltsverzeichnis für den Jahrgang 1918 der Zeitschrift nur so viele Exemplare herstellen zu lassen, als bestellt werden.

Wir ersuchen jene Bezieher der Zeitschrift, die das Inhaltsverzeichnis zu erhalten wünschen, dies der Schriftleitung, Wien VI, Theobaldgasse 12, durch Postkarte bis längstens 26. Dezember l. J. mitteilen zu wollen.

Inhaltsverzeichnisse, die erst nach dem 26. Dezember l. J. bei uns bestellt werden, können nicht zugesichert werden.

Neue Mitglieder.

Gärtner Bernhard, Dipl. Maschinen-Ingenieur, Budapest.
Heinz Eugen, Betriebsleiter, Deutsch-Wagram.
Kovacs Ernö, Elektro-Ingenieur, Budapest.
Herzog Friedrich, Elektromonteur, Witkowitz.
Ecker Hermann, Elektro-Ingenieur, Wien.
Hirsch Walter v., techn. Leiter des k. u. k. Elektr. Werkes, Uzice.
Löwit Eugen, Leutnant-Ingenieur, dzt. im Felde.
Kornfeld Richard, Ing., Wien.
Mikula Carl, Hörer des städt. Elektrotechnikums in Teplitz-Schönau.
Storch Viktor, Elektrotechniker, Wien.
Hacker Franz, Elektro- u. Maschinentechniker, dzt. in Visegrad.
Zich Richard, techn. Beamter, Wien.
Toplak Alfons, Elektro-Unteroffizier, Pola.
Schönberg Hermann, Krakau-Podgorze.
Gang Ernst, Leutnant i. d. R., Wien.
Blau Ludwig, Leutnant i. d. R., Wien.
Seemann Willi, Ing., k. u. k. Hptm., Neuhaus.
Andersohn Alexander, Betriebsleiter, Mürzzuschlag.
Sobotka Franz, Maschinenmeister, Hüttenberg.
Höferer Albin, Elektromechaniker, Gmünd.
Wetscher Erich, Elektrotechniker, Weiz.
Gregorics Johann, Techniker, Wien.
Balicki Adam, Ing., Wien.
Teuchert Johann, Elektrotechniker, Korneuburg.
Bräcker Alois, Betriebsleiter, Graz.

Verschiebung der außerordentlichen Generalversammlung.

Die in Aussicht stehenden behördlichen Beleuchtungssparmaßnahmen dürften die Abhaltung von Vereinsversammlungen in den Abendstunden unmöglich machen. Es kann daher der Termin für die außerordentliche Generalversammlung noch nicht festgesetzt werden. Der Termin für die Generalversammlung wird im schriftlichen Wege bekanntgegeben werden.

Die Vereinsleitung.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
15. Dezember 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 50.
36. Jahrgang.

INHALT:

Schallstärkemessungen mit dem Baretter. Von Béla Gáti, Budapest 537
Neuere amerikanische Blitzschutzvorrichtungen 538
Rundschau 539
Literatur-Bericht 541
Patentberichte auf dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 542
Vereins-Nachrichten 543

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Schallstärkemessungen mit dem Baretter.

Von **Béla Gáti**, Budapest.

Im modernen Kriege spielen die Flugmaschinen eine äußerst wichtige Rolle. Die Vervollkommnung der Flugzeuge wird immer mehr angestrebt. Bisher sind bereits unglaubliche Resultate in der Praxis erzielt worden. Die Idee des schallosen Fliegers ist keine Phantasie mehr. Im folgenden soll ein Meßverfahren angegeben werden, durch welches die Verminderung des Schalles leicht festgestellt werden kann.

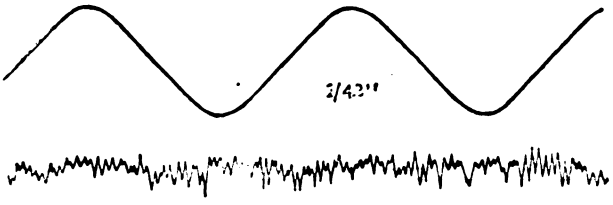


Abb. 1. Schallkurve eines gewöhnlichen Automobilmotors.

Abb. 1 stellt die Schallkurve eines gewöhnlichen Automobilmotors dar. Wir sehen, wie unregelmäßig die Kurve ist. Der Motor ist stark abgenutzt, was in der Schallkurve ganz deutlich zum Ausdruck kommt.

Der Flugzeugmotor arbeitet schon viel besser, wie dies Abb. 2 auch wirklich zeigt.

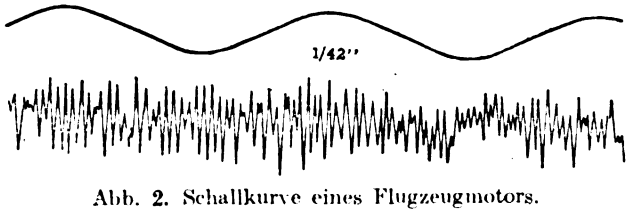


Abb. 2. Schallkurve eines Flugzeugmotors.

Man sieht, daß der Flugapparat einen ziemlich musikalischen Ton gibt, dessen Frequenz beiläufig 1800 ist. In den Kurven ist die obere Schaulinie die Sinuskurve eines Beleuchtungswechselstromes mit 42 Per/s.

Die Aufnahmen wurden in folgender Weise gemacht: In der Nähe des Motors wurde ein Mikrophon auf einer elastischen Grundplatte aufgestellt; der erzeugte Primärstrom wurde durch eine gewöhnliche Telephoninduktionsspule transformiert und der sekundäre Strom, ohne Resonanz zu erreichen, in die Meßschleife eines Oszillographen von Siemens & Halske geleitet; die entstehenden Kurven wurden photographisch aufgenommen.

Wenn wir statt des Oszillographen einen Barettermeßsatz einschalten, so können wir die Stromstärke und so auch die Schallstärke bequem mit dem Zeigergalvanometer messen.

Über eine gewisse Grenze nimmt das Ohr die Schallverstärkungen nicht mehr wahr. Die Veränderung der Tonhöhe können wir auch noch beim Flugmotorschalle genug deutlich unterscheiden, doch ist die Schallstärke eines Flugmotors in der Nähe so groß, daß wir Unterschiede von 5 bis 10% kaum mehr wahrnehmen und deshalb auch nicht beurteilen können, ob eine Veränderung der Aufstellung auch wirklich eine Schallverminderung hervorgerufen hat oder nicht.

Wenn wir im Sekundärkreise des Mikrophons eine, womöglich eisenfreie (verlustlose) Selbstinduktion und eine veränderliche Kapazität einschalten, so können wir die Resonanzstellung sehr leicht erreichen. Wenn die Tonhöhe des Schalles wechselt, so kann dies durch die Verminderung des Ausschlages des Barettergalvanometers wahrgenommen werden. Durch Nachstellen des Kondensators kann man die Resonanzstelle immer wieder leicht finden. Am besten verwendet man verstellbare Luftkondensatoren, wie sie bei der drahtlosen Telegraphie üblich sind; doch wird die Resonanz bei großen Kondensatoren wegen der dielektrischen Verluste nicht so gut ausgeprägt.

Die Resonanzstromstärke gibt einen eindeutigen Wert der Schallstärke.

Handelt es sich darum, mittels des Barettersatzes die Messung sehr kleiner Schallstärkedifferenzen vorzunehmen, so eignet sich am besten die Schaltung des Baretters in eine Brückenanordnung (Abb. 3).

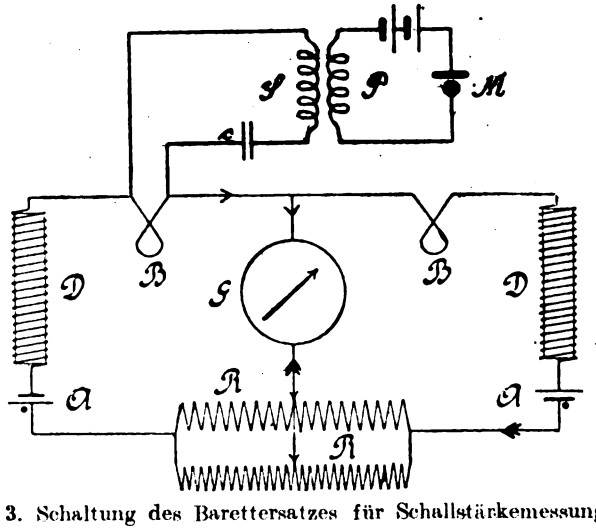


Abb. 3. Schaltung des Barettersatzes für Schallstärkemessungen.

A—A sind zwei gleiche Akkumulatoren, B—B zwei Baretter mit möglichst gleichem Widerstande, D—D Drosselspulen, R—R Regulierwiderstände, G ein Gleichstromzeigergalvanometer im Nebenschlusse, c ein verstellbarer Luftkondensator, S und P Sekundär- und Primärwicklung einer Induktionsspule, M ein Mikrophon. Zur Messung muß vorerst der Mikrophonstromkreis eingeschaltet werden, erst nachher dürfen die Steckkontakte des Satzes eingesteckt werden. Beim Einschalten des Mikrophons treten starke Stromstöße sehr hoher Stromstärke auf, welche den Baretter ausbrennen können. Wenn der Satz mittels dem Regulierwiderstande ausgeglichen ist, bleibt

Digitized by Google

das Galvanometer stromlos, so daß man ein Mikroamperemeter anwenden kann, trotzdem durch die Baretter ein Strom von 15 bis 20 mA fließt. Ist vor dem Mikrophon eine Schallquelle in Tätigkeit, so wird in den Primär- und Sekundärstromkreisen Strom erzeugt. Der sekundäre Strom fließt durch einen der Baretter und erwärmt denselben. Die Drosselspulen *D*—*D* verhindern die weitere Abzweigung des sekundären Stromes. Durch die Erwärmung wird der Widerstand des Meßbaretters größer; das Gleichgewicht der Kompensationsbrücke ist gestört und das Galvanometer gibt einen Ausschlag, welcher der Widerstandsvergrößerung, somit der Stromstärke, also auch der Schallstärke proportional ist.

Ein Flugzeugmotor gibt gewöhnlich eine so große Schallstärke, daß das menschliche Ohr überlastet ist und es kleine Differenzen nicht mehr wahrnimmt. Verbesserungen in der Schallverminderung können nur schrittweise gemacht werden und darum ist eine Messung der Veränderung von 1% der Schallstärke auch schon wünschenswert.

Zur Messung der Differenzwirkungen dient die Verschiebung des Nullpunktes des Barettergalvanometers, welche in der Kompensationsbrücke sehr einfach auszuführen ist.

Ich erwähne hier nur ein Zahlenbeispiel. Der Schall war so stark, daß im Sekundärkreise des Mikrophons ein Strom hervorgerufen wurde, welcher, durch den Meßbaretter durchgehend, dessen Widerstand um 6 Ohm vergrößert hat. Diese Widerstandsvergrößerung vernichtet die Kompensation der Brücke; das Galvanometer gibt einen großen Ausschlag, so daß man $^1/_{100}$ Nebenschluß anwenden muß. Bei anhaltendem Schalle kann man aber die Kompensation genug leicht wieder herstellen.

Wie man aus Abb. 3 ersehen kann, nimmt man von der Meßhälfte der Kompensationsbrücke 3 Ohm weg und führt sie in die Kompensationshälfte ein. Mittels der Regulierwiderstände sind diese Handhabungen leicht genug und schnell auszuführen. Wenn jetzt die Schallstärke konstant ist, bekommt man keine Ausschläge; die kleinsten Veränderungen der Schallquelle rufen aber einen Ausschlag des Zeigers des Galvanometers hervor.

Ist eine Pendelung des Flugzeugmotors vorhanden, so pendelt auch der Zeiger des Galvanometers hin und her und die Zeit einer Pendelung ist auch meßbar. Ich kenne kein anderes Instrument, mittels dessen diese Beobachtungen so einfach auszuführen wären. Wenn das Galvanometer als Registrierinstrument ausgeführt ist, kann man sehr wertvolle Folgerungen auf den Gang des Flugzeugmotors ziehen.

Erwähnenswert ist die Verwendung der Meßmethode zur Wahrnehmung von Zeppelinluftschiffen. Die Ursache des Schalles liegt eigentlich im Auspuffrohre. Es ist höchst unwahrscheinlich, daß der vordere und der hintere Motor des Luftschiffes auf 0·01 s genau ihre maximale Schallstärke aussenden. Wenn aber eine Zeitdifferenz vorhanden ist, dann kann es vorkommen, daß der vordere Motor ein Wellental, der hintere Motor zu gleicher Zeit einen Wellenberg der Schallwelle in das Ohr des Beobachters sendet; die zwei Wellen heben sich auf, der Beobachter hört plötzlich nichts mehr vom Zeppelinluftschiffe. Beginnt das Luftschiff sich zu drehen, dann hört man wiederum den Schall, weil eben die Interferenzlänge geändert wurde. Wenn also die Motoren des Zeppelinluftschiffes so in Bewegung gehalten werden, daß eine Zeitdifferenz vorhanden ist und diese Zeitdifferenz eben der Interferenzlänge entspricht, so hört man in der Längsachse des Luftschiffes keinen Schall. Diese Lösung technisch auszubilden, macht große Schwierigkeiten. Die nötige Zeitphase (0·1 bis 0·01 s) ist sehr schwer aufrecht zu halten. Anders ist die Sache beim Aeroplanmotor. Wenn man zwei Auspuffröhren anwendet, so kann man durch die Veränderung des Querschnittes der Auspufföffnungen, durch die Veränderung der Distanzen der Öffnungen voneinander, das Ziel erreichen. Natürlich ist die Lösung nicht einfach, eben darum müssen viele Erfahrungen und Beobachtungen gesammelt werden und ich hoffe, in dieser Beziehung leistet der Baretter sehr nützliche Dienste.

Neuere amerikanische Blitzschutzvorrichtungen.

An Stelle der elektrolytischen Aluminium-Blitzableiter bringt die General Electric Company in großen Anlagen den Oyde-Filmableiter an, der den Vorteil aufweist, bei genügend sicherem Schutz keinerlei Wartung zu bedürfen wie der erstere. Die bis jetzt an zirka 60 Anlagen von 11 000 bis 38 000 V erzielten Erfahrungen haben sehr zufriedenstellende Erfolge aufgewiesen. Über das Wesen dieses Blitzableiters ist hier bereits berichtet worden*). Die besonderen Einrichtungen gehen aus späteren Veröffentlichungen von Ch. P. Steinmetz**) hervor. Der Blitzableiter ist aus einer Reihe von Zellen aufgebaut, die jede eine Gegen-EMK von fast 250 V ausüben. Jede Zelle besteht aus zwei kreisrunden Tellern aus sherardisiertem Eisenblech von zirka 18 cm Durchmesser, die innen mit einem isolierenden Lack überzogen und durch einen Porzellanring luftdicht zusammengehalten werden. Der Raum zwischen den Tellern ist mit Bleiperoxyd (PbO_2) gefüllt. Die Teller werden in einer der Netzspannung entsprechenden Zahl aufeinandergestapelt und in ein Gehäuse eingeschlossen. Abb. 1 zeigt den an eine Phase von 15 bis 25 kV einer Außen-Unterstation angelegten Blitzableiter, die Vorderwand des Regenschutzdaches ist zur Sichtbarmachung des Stapels abgenommen. Der Blitzableiter wird in Reihe mit einer Hörnerfunkenstrecke angelegt. Dieser wird neuerdings eine Kugelfunkenstrecke parallel gelegt***), die durch eine Schutzkappe gegen Regen abgedeckt ist.

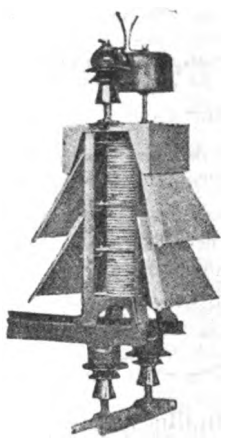


Abb. 1.

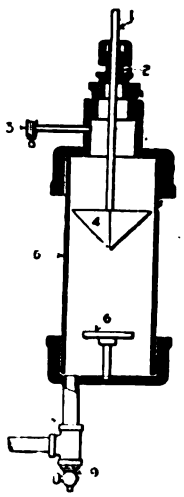


Abb. 2.

Von E. O. Schweitzer von der Edison Comp. wird das in Abb. 2 dargestellte „elektrothermische Ventil" angegeben, das ursprünglich zu dem Zwecke erdacht wurde, in Reihe mit einem Aluminiumzellen-Ableiter geschaltet zu werden, um diesen vor Zerstörung zu bewahren. In einem Rohr 5 aus Bakelit ist eine Elektrode 4 an einem mit der zu schützenden Leitung über eine Hörnerfunkenstrecke verbundenen Eisenstab 1 einstellbar und eine zweite Elektrode 2 fest eingebaut, die durch die Wasserleitung mit der Erde verbunden ist; beide Elektroden bestehen aus künstlichem Graphit, die obere 4 ist als vierseitige Pyramide, die untere als Platte ausgebildet, das Rohr ist mit Wasser gefüllt und bei 3 ist ein Auspuffventil angebracht, das auch mit einem Reservoir zur Erhaltung des Druckes im Rohr 5 verbunden sein kann. Geht nach einer Entladung aus der Leitung Betriebsstrom zwischen den Elektroden 4 und 6 zur Erde durch, so entwickelt sich Wärme und dadurch tritt ein erhöhter Druck im Rohr auf, der den Flüssigkeitsspiegel hinunterdrückt. Da die Elektrode 4 mit der Spitze nach unten gerichtet ist, so wird der Querschnitt für den Stromfluß und damit die Stromstärke immer kleiner und wenn die Flüssigkeit unter die Spitze gesunken ist, ist der Strom unterbrochen. Das Nadelventil 3 entlastet den Druck und das Wasser kann wieder dem Rohr 5, das an die Wasserleitung angeschlossen ist, zuströmen, bis es die Spitze von 4 berührt; dort entwickelt sich durch den durchfließenden Strom eine so

*) E. u. M. 1918, Heft 41, Seite 463.

**) General Electric Review 21, Nr. 9.

***) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 24, Seite 279.

Digitized by Google

hohe Temperatur, daß das Wasser wieder verdampft, hinabgedrückt wird und den Strom unterbricht und das geht so lange fort, als die Leitung Spannung führt. Die Tätigkeit dieser Einrichtung wird natürlich eine um so intensivere sein, je höher die Spannung ist, sie kann durch die Dimensionen und die Elektrodenentfernung eingestellt werden; bei niederer Spannung fließt ein sehr schwacher Strom durch, der den Apparat nicht zur Wirkug bringt.

Weitere Versuche bestätigten die Annahme, daß das Ventil selbst als Blitzschutzvorrichtung dienen kann und im hohen Grad befähigt ist, den Betriebsstrom, der nach einem Funkenüberschlag über die Hörner eines Blitzableiters zur Erde fließt, zu unterbrechen.

Man hat die Wirkungsweise des Ventils bei verschieden hohen Spannungen untersucht, an die es durch 10 min angelegt wurde. Die Funkenstrecke war 7·62 cm lang. Die Ergebnisse zeigt Abb. 3, in welcher der Strom in A als Funktion der Zeit in min bei 4 verschiedenen Spannungen dargestellt ist. Man erkennt, daß bei 600 V ein Strom von ½ A einsetzt und auf 1·8 A in 4·5 min ansteigt, dann plötzlich auf 0 abfällt. Einige Sekunden ist der Strom 0, um wieder zuerst rasch, dann allmählich bis nahezu auf denselben Wert anzusteigen, wieder plötzlich abzufallen und so fort. Die Periode eines jeden aufeinanderfolgenden Zyklus wird aber immer kürzer. Das Wasser wird sehr heiß und der Widerstand, der ursprünglich über 1000 Ohm beträgt, sinkt auf 333 Ohm herab. Der maximale Strom bleibt aber, wie aus der Abbildung ersichtlich, konstant. Das Verhalten der Funkenstrecke bei der Spannung von 1050 V, 2100 V und 220 V, ist aus der Abbildung zu entnehmen.

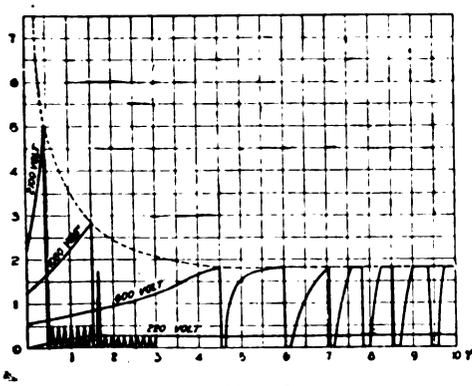


Abb. 3.

Durch den Stromdurchgang zersetzt sich das Wasser und es bildet sich Knallgas, aber offenbar in so geringen Mengen und mit Wasserdampf gemischt, daß Explosionen niemals auftreten. Um einen Lichtbogen nicht zur Ausbildung gelangen zu lassen, wird auf das Wasser eine dünne Ölschichte aufgebracht. Nach Abstellung der Versuche zeigte sich keinerlei Beschädigung an den einzelnen Teilen des Ventils, das wegen seiner Einfachheit und Billigkeit befähigt sein wird, eine Reihe von bestehenden Blitzschutzeinrichtungen zu ersetzen.

Abb. 4.

Die General Electric Co. hat früher Blitzableiter mit mehrfachen Funkenstrecken angegeben, die von induktionsfreien Widerständen überbrückt wurden. Zu dieser Art gehören die neuen für Masttransformatoren angegebenen Funkenstrecken, bei Spannungen von 10 000 und 13 200 V*). Die Anordnung, die Abb. 4 zeigt, besteht darin, die Elektroden der Funkenstrecke auf einem Widerstandsstab aufzureihen, in einer der Spannung entsprechenden Anzahl, hierauf wird das Ganze in eine Porzellanröhre eingeschlossen. Hochfrequente Entladungen gehen direkt durch alle Funkenstrecken. Der niederfrequente Strom der Leitung fließt durch den Widerstandsstab. Der Blitzableiter hat sich in vielen Fällen als äußerst wirksam bewährt.

Für Außen-Unterstationen bis zu 100 000 kVA-Leistung und 130 000 V Spannung, verwendet die Railway & Industrial Engineering Co. in Pittsburg den in Abb. 5 dargestellten Blitzableiter, der aus dem von Burke angegebenen Blitzableiter hervorgegangen ist**). Er besteht im Wesen aus einer Hörnerfunkenstrecke; in die an die Linie angeschlossene (in der Zeichnung linke) Elektrode derselben ist eine dreieckige Drosselspule eingelegt, die andere (in der Zeichnung rechte) Elektrode ist über einen Widerstand, bestehend aus mehreren Stäben einer festen Masse (Koppat), an Erde gelegt. Eine Hilfsfunkenstrecke mit Hörnerelektroden liegt in Nebenschluß zu diesem Widerstand. Innerhalb der zweiten Hörnerelektrode ist eine kleine Drosselspule von Dreieckform eingelegt, die zwischen der Elektrode und dem Widerstand eingeschaltet ist. Diese Spule erniedrigt den Stromstoß, der zur Erde fließt und dämpft die Überspannungswellen, bevor sie zum Widerstand gelangen. Der Blitzableiter ist besonders dort geeignet, wo Überspannungsstörungen schwerer Art erfahrungsgemäß auftreten und wo häufige starke Gewitterschläge zu befürchten sind.

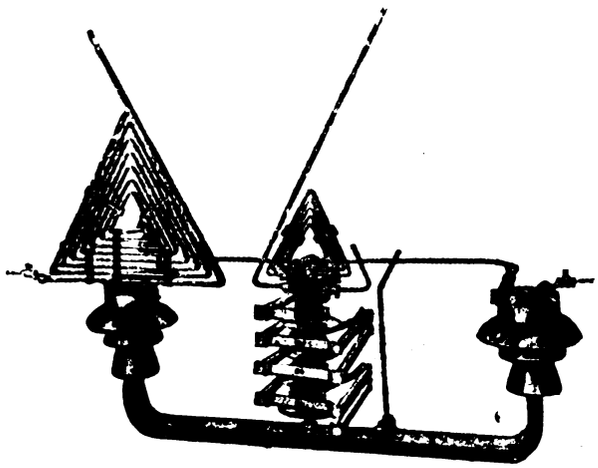


Abb. 5.

Von der Firma Schweitzer & Conrad (Chicago) wird die in Abb. 6 dargestellte Überspannungssicherung angegeben*). Sie besteht im Wesen aus einer Kugelfunkenstrecke, mehreren hintereinander geschalteter Widerstände (Bakelitrohre mit einer Widerstandsmasse gefüllt) und zwei Hörnern. Die eine (linke) Elektrode, die mit der Leitung verbunden ist, sitzt auf einem Hochspannungsisolator und ist durch ein eingesetztes Bakelitrohr zu einem festen Rahmen versteift. Die andere (rechte) Elektrode mit dem Widerstandssatz liegt an Erde. Der Abstand der beiden Elektroden ist unten, zwischen den Kugeln, wo kein Widerstand vorgeschaltet ist, am größten, er wird nach oben zu kleiner, dabei wächst die Zahl der vorgeschalteten Widerstände. Eine Entladung tritt an jener Stelle auf, wo ein genügender Widerstand eingeschaltet ist, der den Strom auf eine solche Stärke zu beschränken vermag, um die Spannung auf ihren normalen Wert herabzudrücken. Der Lichtbogen steigt dann in die Höhe, dabei wird immer mehr Widerstand ihm vorgeschaltet und wenn er auf den divergierenden Teil der Elektroden gelangt, erlischt er. Die Einrichtung ist äußerst widerstandsfähig aufgebaut und soll ebenfalls für Außen-Unterstationen verwendet werden. Der dargestellte Blitzableiter ist für eine Leitungsspannung von 22 00 V bestimmt. *G.*

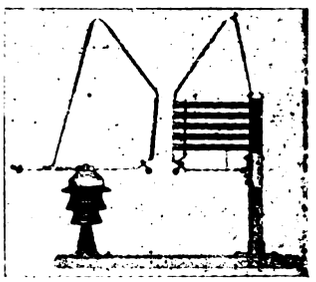


Abb. 6.

*) El. Rev., Chicago, Bd. 72, Nr. 12.
**) El. Rev., Chicago, Bd. 72, Nr. 16.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Ein Dampfkraftwerk für 150 000 kW wird von der Cansas City Light & Power Co. an den Ufern des Missouri errichtet, wodurch man dem überaus großen Kraftbedürfnis im kommenden Winter gerecht werden will. Mit einem Drittel der Leistung sollte die Anlage im November dieses Jahres fertiggestellt sein. Die Kosten der ganzen Anlage werden mit 15 Mill. Dollar beziffert. In einer Unterstation in der Nähe des Bahnkraftwerkes wird das 60 Per-Netz der Gesellschaft mit dem 25 Per-Netz der Cansas City Railway Co. durch Frequenzwandler gekuppelt. Im Frühjahr war bereits die Kondensatorgrube von 21 m Durchmesser ausgebaut, ebenso ein Zuflußkanal von 3 × 6 m Querschnitt, der 12 m in den Fluß hinausreicht. Der Vorratsraum für 50 000 t ist so angelegt, daß die Kohle

*) El. Rev., Chicago, Bd. 72, Nr. 12.

Digitized by Google

unter Wasser liegt. Eine automatische Kohlenbeschick- und Aschentransportanlage wird errichtet. Im Kesselhaus werden heuer noch sechs Wasserrohrkessel, System Babcock & Wilcox, zu je 1260 m² Heizfläche ohne die Überhitzer installiert. Jedem Kessel, der stündlich 32 000 bis 55 000 kg Wasser verdampfen soll, sind ein Economiser mit 370 m² Heizfläche und zwei von einem 120 PS-Motor gemeinsam betriebene Ventilatoren zugeordnet. Die Kessel liefern Dampf von 21·1 at. Es werden jetzt zwei mehrstufige Dampfturbinen von 25 000 kW mit einem Oberflächenkondensator von 3260 m² Kühlfläche der General Electric Co. aufgestellt. Zum Kondensator gehören eine vertikale Zirkulationspumpe, 2 horizontale zweistufige Heißwasserpumpen und 3 Luftpumpen. Alle Pumpen werden von Elektromotoren angetrieben. Die Speisewasserpumpen von je 2720 l pro min werden von einer 150 PS-Dampfturbine ohne Kondensation angetrieben. Die Generatoren liefern Drehstrom von 13 200 V und 60 Per/s.

(Electr. Review, Chicago, Bd. 72, Nr. 16.)

Über die Zunahme der Höchstbelastung von Lichtanschlüssen in Wohnungen berichtet H. B. Gear auf Grund neunjähriger Beobachtungen in Chicago. Aus einer Reihe von typischen Gruppenwerten ergibt sich nachstehendes Bild:

Zahl der Stromabnehmer pro Gruppe	125
Lichtanschlußwert in kW pro Gruppe	122
Höchstbelastung im Jahre 1909 in kW	20·1
„ „ „ 1917 „ „	31·4
Zunahme in %	56
Höchstbelastungsfaktor*) 1909 in %	16·8
„ 1917 in %	25·2

Gleichzeitig wurde der Stromverbrauch von 200 000 Abnehmern im Monate Oktober 1909 mit 16·6 kWh, 1917 mit 25 kWh (das ist 50% Zunahme) pro Abnehmer ermittelt. Als Ursachen dieser Zunahme gelten: 1. Die erhöhte Anwendung der elektrischen Beleuchtung durch Einführung der Metallfadenlampe; Verwendung ständiger brennender Vorhaus- und Treppenlampen, auch als Schutz gegen Diebe; Luxusabendbeleuchtung der Frontfenster und Erker. 2. Zunehmende Verwendung von Haartrocknern, Bügeleisen, Warmwasserapparaten und sonstiger elektrischer Apparate im Haushalt.

Die aus 177 Wohnzimmern der 210 Abnehmer mit 162 kW Anschlußwert bestehende zehnte Gruppe zeigt eine Zunahme von 110% (20 bis 42 kW) und Erhöhung des Höchstbelastungsfaktors von 12 auf 26%. Der durchschnittliche Jahresverbrauch pro Wohnung beträgt 250 kWh bei 0·6 kW Anschlußwert; dies entspricht einem Belastungsfaktor von 7%; einige Abnehmer erreichen 500 bis 1100 kWh pro Jahr, bei einem Anschlußwert von 0·8 bis 1 kW und Belastungsfaktor von 10 bis 20%. (El. World, Bd. 72, Nr. 1, 1918.)

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Ein elektrisch betriebener Kohlenverlader, der vollkommen selbsttätig arbeitet und Handarbeit beim Einlagern der Kohle in die Bunker überflüssig macht, wurde von J. Martin Blair ausgeführt. Die Anlage besteht dem Wesen nach in einer Anzahl — zweckmäßig drei — kurzen Conveyern, die im Innern der Bunkerräume auf Deckenschienen in der Längsrichtung fortbewegt werden und zueinander so angeordnet sind, daß einer dem anderen die Kohle zuführt, welche von der Ausladestelle auf den ersten der Conveyer gebracht wird. Von dem ersten der Conveyer, dem Zuführerconveyer, wird die Kohle den Verteilungsconveyern zugebracht, welche mit einer Querbewegung versehen sind, um die Kohle im Bunker überall gleichmäßig zu verteilen. Die Conveyer werden von elektrischen Motoren angetrieben, die im Innern der Bunker angeordnet sind und mit der Endtrommel der Conveyer, über welche das Conveyerband läuft, zu einem einheitlichen Ganzen vereinigt sind. Die erforderlichen Längs- und Querbewegungen der Conveyer werden von den Antriebsmotoren abgeleitet. Die Längsbewegung der Conveyer ist von einer am Vorderteil der Conveyer angebrachten Einrichtung abhängig, welche erst dann in Tätigkeit tritt, wenn daselbst Kohle aufgehäuft wird. Diese Einrichtung besteht in einer Hängplatte, welche infolge der Belastung der Kohle durch Kontakt einen elektrischen Stromkreis schließt, der den Antriebsmotor in Bewegung setzt. Die Conveyer sind herausnehmbar und können nach Füllung eines Bunkers auch in den anderen Bunkern zur Füllung verwendet werden. Es können auch mehrere Bunker gleichzeitig mit Kohle versorgt werden, wenn die Anordnung der Conveyer so getroffen ist, daß sie von einer zentralen Kohlenabladestelle mit Kohle gespeist werden. Im allgemeinen kann die beschriebene Conveyeranordnung nach jeder Richtung und überall dort verwendet werden, wo bisher Kohle oder auch anderes Material geschaufelt, mit Rollwagen zugeführt oder zugetragen wurde.

(Journal of commerce, Liverpool, 26. 9. 1918.)

*) Verhältnis der Höchstbelastung zum Gesamtanschlußwert.

Die Verwendung hochwertiger Kohle zur Zeit der Spitzenbelastung. Um die Schwierigkeiten zu bekämpfen, die amerikanische Elektrizitätswerke durch den gesteigerten Bedarf und die unzulängliche Belieferung erfahren, ist in einem amerikanischen Elektrizitätswerk der Versuch gemacht worden, neben der minderwertigen zur Verfügung stehenden Kohle hochwertige Kohle aus dem südlichen Illinois zur Zeit der Spitzenbelastung unter den Kesseln zu verbrennen. Vor den 500 PS-Kesseln ist in geeignetem Abstand ein Behälter aus Holz zur Aufnahme von 3 t Kohle angebracht, die beim Eintreten der Spitzenbelastung durch Öffnen einer Fallklappe direkt zum Rost zufallen kann. Bei Kettenrostfeuerung konnte so die Kesselleistung auf 175% der bei minderwertigem Brennstoff erzielten gebracht werden. In einem anderen Werk ist der Kohlenbehälter zweiteilig, der eine Teil enthält gute, der andere minderwertige Kohle; auch hier ist durch Verbrennen der guten Kohle zur Zeit des stärksten Bedarfes die Kesselleistung bedeutend erhöht worden, so daß von einer Erweiterung der Kesselanlage Abstand genommen werden konnte.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 17, 1918.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Zum Löschen des Brandes in einem Turbogenerator, durch übermäßige Belastung verursacht, wurden Kohlenstoff-Tetrachlorid, Kohlensäure, Dampf und Wasser vorgeschlagen. Die ersten beiden Mittel gefährden die Bedienungsmannschaft, auch die Isolation der Spulen leidet unter der Einwirkung von Kohlenstoff-Tetrachlorid. Frischdampf erweicht die Spulenisolierung und schwächt sie dabei. Das geeignetste Mittel bleibt immer noch das Wasser. Um die Löschwirkung des Wassers bei Turbogeneratoren zu erhöhen, schlägt J. T. Foster vor, in die abnehmbaren Endschilder der Maschine ein zu einem Ring zusammengebogenes Rohr von 5 cm Durchmesser einzulegen, das mittels Klammern innerhalb des ringförmigen Endschildes der Maschine befestigt ist. Das Rohr, das mit Spritzöffnungen von 3 mm Weite versehen ist, wird an Druckwasser von ½ at angeschlossen, so daß beim Öffnen eines Hahnes zahlreiche Wasserstrahlen hervortreten, die bald die brennende Wicklung mit Wasser umspülen und so die Ausbreitung des Feuers verhindern. Natürlich muß man vorher die Erregung unterbrechen und den Dampf abstellen.

(Electr. World, 72, 1918, Nr. 3.)

Elektrische und magnetische Messungen, Meßapparate.

Neues Zählereichverfahren. H. Gewecke und W. v. Krukowski, Nürnberg. Bei der Eichung von Motorzählern ist die genaue Aufzeichnung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Ankerscheibe von großer Wichtigkeit. Das neue Verfahren benutzt als Übertragungsmittel für die Bewegungen der Scheibe auf eine Registriervorrichtung einen Lichtstrahl, der auf eine Selenzelle oder ein Bolometer einwirkt. Von einer Lichtquelle *a* (Abb. 1) wird mittels

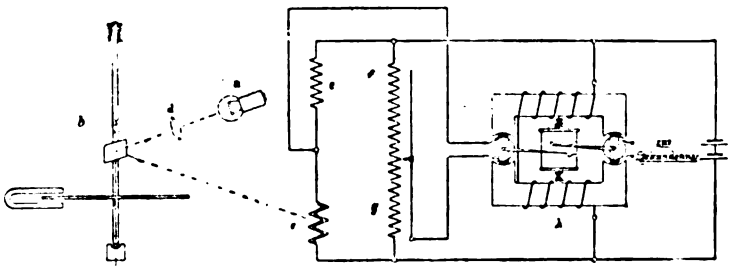


Abb. 1.

einer Linse *d* das Licht auf einen auf die Zählerachse aufgeschobenen Spiegel *b* geworfen und bei jeder Umdrehung auf eine Selenzelle *c* reflektiert. Die Zelle bildet den einen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke, deren andere Zweige durch die Widerstände *e*, *f*, *g* gebildet werden. In die eine Diagonale ist die eine Drehspule des Chronographen *h* eingeschaltet, die andere Drehspule wird von einer Sekundenuhr betätigt. Die Drehspulen tragen Schreibstifte, die auf einem Streifen die Umdrehungen bezw. Sekunden registrieren. Bei Auswertung des Meßstreifens wird eine bestimmte Anzahl von Umdrehungsmarken abgezählt und die zugehörige Anzahl Sekunden mittels einer strahlenförmig geteilten Glasplatte bestimmt.

(E. T. Z. 39, 1918, Heft 36.)

Leitungen.

Die Erwärmung von Kabeln wurde im National Physical Laboratory eingehend in einer groß angelegten Versuchsanordnung gemessen. Das Kabel wurde mittels hindurchgeschickten Wechselstromes erwärmt, auf den sich ein schwacher Gleichstrom zur Widerstandsmessung in der Thomsonschen Doppelbrücke überlagert. Bei 230 Proben aus Kupferleitern ergab sich der mittlere Wider-

Digitized by Google

stand bei 20° C für 1 m-gr mit 0·1541 Ω, der mittlere Temperaturkoeffizient zu 0·00390 bei 20° C. Widerstandsmessungen im Bleimantel sollten den Temperaturanstieg in demselben ergeben. Man hat an 39 Proben einen mittleren Widerstand von 2·443 Ω pro m-gr und einen mittleren Temperaturkoeffizienten von 0·00385 bei 20° C gefunden. Aus den vergleichenden Messungen an Kabeln, die am Boden ausgelegt oder in Kabelröhren aus Steingut eingezogen waren oder an sonstwie verlegten Kabeln vorgenommen wurden, ergab sich, daß Kabel in Steingutröhren verlegt, zweimal so warm wurden als ein direkt in den Boden eingelegtes armiertes Kabel. Beim Verlegen in eine Lage Teer trat eine zwischen beiden Grenzwerten liegende Temperaturerhöhung auf.

(The Electrician, Bd. 81, 1918, Nr. 19.)

Elektrische Beleuchtung.

Licht- und Kohlenersparnis im Kriege in Amerika. P. S. Millar. Die jährlichen Kosten der künstlichen Beleuchtung in Amerika werden auf 500 Mill. Dollar geschätzt, entsprechend einem Kohlenverbrauch von 12 Mill. t, das ist rund 2 bis 3% des gesamten Kohlenverbrauchs (640 Mill. t) vom Jahre 1917; der Verbrauch für die Gasbeleuchtung beträgt annähernd nur den vierten Teil jenes der elektrischen Beleuchtung. Als Mittel zur Einschränkung des Licht- und Kohlenbedarfes werden empfohlen:

1. Sofortiges Abschalten der Lampen im Nichtbedarfsfalle.
2. Möglichste Einschränkung der Lampenzahl.
3. Sofortiger Ersatz minderwertiger Lampen, namentlich der noch vorhandenen Kohlenfaden- und „GEM"-Metallfadenlampen.
4. Verwendung wirkungsvollerer Armaturen und Reflektoren.
5. Verbesserung der Deckenfarben und reflektierenden weißen Wandflächen (Ersparnis 10 bis 30%).
6. Bessere Instandhaltung der Lampen durch Reinhaltung.

Die erzielbare Ersparnis für verschiedene Anwendungsgebiete ist aus folgender tabellarischer Zusammenstellung zu ersehen:

Verwendungsart	Anteil an dem Gesamtverbrauch in %	Verbesserung d. Lichtintensität in% bei gleichem Kohlenverbrauch*)	Erzielbare Kohlenersparnis in %
Straßenbeleuchtung .	14	+ 70	— 5
Öffentliche Gebäude .	3	+ 100	— 10
Industrie	19	+ 175	+ 50
Sicherheitsbeleucht. .	1	+ 400 (!)	+ 200
Handel	22	+ 40	— 10
Wohnungen	24	+ 30	— 20
Gastwirtschaften usw.	7	0	— 40
Reklame	4	0	— 75
Verschiedenes . . .	6	+ 100	— 10
Gesamtwert . .	100	+ 72	— 3

*) Im Vergleich mit der Zeit vor dem Kriege.

Die auf diesem Wege erzielbare Kohlenersparnis wird mit 3%, das ist auf 360 000 t jährlich eingeschätzt.

Die erzielbare Gesamtersparnis an Kohle im Kriege wird mit 75 Mill. t, d. i. 12%, berechnet und verteilt sich in folgender Weise:

	Mill. t Kohle
Ersparnis am Hausbrand	15
Ermäßigung der Zimmertemperatur um 3° F .	10
Ersparnis bei Lokomotiven	7
„ „ elektrischem Bahnbetrieb im Vergleich mit Dampfbetrieb	40(!)
Ersatz der elektrischen Einzelanlagen durch Strombezug von Elektrizitätswerken . . .	13
Summe . .	75

(Electr. Journal, Juni 1918.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Schützensteuerung für Straßenbahnen. R. Wolff beschreibt die von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft bei der Dresdener städtischen Straßenbahn eingeführte Schützensteuerung, die an einem aus zwei zweiachsigen Triebwagen mit zwischenlaufendem Beiwagen zusammengestellten Zug auf einer 10·7 km langen Strecke erprobt wurde. Die Triebwagen erhielten zwei Motoren für 500 V, bei 28 kW Stundenleistung. Der Wagenzug wiegt leer 33·5 t, besetzt 44 t, die Triebwagen, die gesondert Strom aus der Fahrleitung entnehmen, laufen auf Gleitlager, die Beiwagen auf Rollenlager. Die Motoren werden in Reihenparallelschaltung ohne Leistungsunterbrechung geschaltet. An Widerstandsschützen wurde wegen Raummangels sehr gespart, dafür werden die Widerstandsstufen durch Parallelschalten der Teile und nicht durch Kurzschließen oder Ausschalten erzielt; es kommen acht Schütze zur Anwendung. Behufs einfacher Leitungsführung sind die einzelnen Teile der Schaltung wie Fahrtwender, Wagenausschalter, Schütze in Gehäusen eingebaut. Zwischen den beiden Führerständen verläuft ein Steuerstromkabel aus zehn Adern. Die Starkstrom führenden Kabel sind kurz und liegen unter dem Wagenboden. Hauptluftbehälter und Luftpumpe der Knorr-Luftbremse sind im Anhängewagen eingebaut, der Triebwagen erhält nur einen Hilfsbehälter. Der Strom für den Luftpumpenmotor wird am vorderen Wagen abgenommen, der hintere Wagen wird mittels eines kleinen Schalters beim Einfahren in eine selbsttätige Weiche, wo der Fahrschalter auf Null stehen muß, stromlos gemacht; beide Maßnahmen haben den Zweck, zu verhindern, daß durch die Stromabnahme des hinteren Wagens am Trennstück der Weiche diese verstellt wird*).

Der Zug hat bisher 25 000 km durchfahren und die Schaltung hat gut funktioniert. Die Unterhaltungskosten sind nicht höhere als bei einem Zug mit einem Triebwagen und zwei Anhängewagen. (E. T. Z. 39, 1918, Heft 37.)

Literatur-Bericht.

Die Kohlenversorgung Europas. Von Ing. A. H. Goldreich. VIII und 268 S. mit 44 Abbildungen. Berlin und Wien 1918, Urban & Schwarzenberg (Preis geh. K 15, geb. K 17·40).

Die Probleme der Kohlenwirtschaft bieten vornehmlich zwei verschiedene Gesichtspunkte dar: den der Kohlenproduktion und den der Erhaltung der Vorräte. Würde die derzeitige Kohlenproduktion anhalten, so würden zum Beispiel die österreichischen Länder mit ihren nachgewiesenen Kohlenvorräten in etwa 280 Jahren zu Ende sein. Sollte jedoch die Produktion sich etwa in dem gleichen Tempo weiter entwickeln, wie es in dem letzten Jahrzehnt vor dem Kriege der Fall war, so würden dieselben Vorräte nur für etwa 150 Jahre ausreichen. Wenn man daher den Kohlenverbrauch der einzelnen Länder mit Recht als Maßstab für die Entwicklung ihrer Industrie ansieht und mit Stolz auf die hohen Produktionsziffern hinweist, so muß andererseits die dadurch bedingte starke Abnahme der verfügbaren Vorräte den Kulturmenschen mit Sorge erfüllen. Der Krieg hat in dieser Beziehung genug Unheil angerichtet, nicht nur unmittelbar durch den enormen Kohlenverbrauch der Kriegsindustrien, sondern mehr noch durch die Zerstörung von Erzeugnissen menschlicher Arbeit, zu deren Wiederherstellung Kohle notwendig sein wird, sowie auch durch den unter dem Zwange der Not platzgreifenden Raubbau in den Kohlengruben. Aus der Beschäftigung des Verfassers mit der immer schwieriger werdenden Frage der Kohlenversorgung ist das vorliegende Buch entstanden.

Die Bedeutung des Kohlenbergbaues in der Wirtschaftspolitik und die mannigfachen Zusammenhänge zwischen dem Kohlenbergbau und anderen Gebieten des Wirtschaftslebens kommen in der Schrift Goldreichs durch das gebrachte reiche statistische Material (begleitet von graphischen Darstellungen) und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen besonders wirkungsvoll zum Ausdruck. Die ersten zwei Abschnitte — ursprünglich Vorträge — sind freilich noch in einer Zeit entstanden, wo die Kriegsleidenschaft allzusehr die Gemüter beherrscht hat und so erfolgt hier die Betrachtung der Kohlenwirtschaft mehr oder weniger von dem Gesichtspunkte: hie Mitteleuropa — hie Entente. Der dritte, wertvollste Abschnitt des Buches hat die Kohlennot Europas zum Gegenstande. „Die Kohlennot Europas ist eine der schwersten Sorgen der Gegenwart geworden. Man muß alles daransetzen, um eine Erhöhung der im Kriege bedeutend herabgeminderten Kohlenförderung bei gleichzeitig weitgehendster Einschränkung des Kohlenverbrauches zu erzielen." Ein kräftiger Bergarbeiterstand bildet nach Goldreich für die ungestörte Entwicklung der Wirtschaft die unentbehrliche Grundlage. Der Staat als Unternehmer wird vom Verfasser abgelehnt; die freie Entwicklung der Privatwirtschaft ist das geeignete Mittel, um neues Leben in das verwüstete Europa zu bringen. Der Verfasser warnt aus guten Gründen vor der Mechanisierung und Organisation der gesamten Produktion im Sinne der Vorschläge der „Neuen Wirtschaft" Rathenaus, indem diese Methoden durch die Entindividualisierung des Wirtschaftslebens der Volkswirtschaft gefährlich sein könnten. Die Erbauung von Überlandzentralen und dadurch bewirkte Entlastung der Eisenbahnen und Wasserstraßen, die Ausnutzung der Wasserkräfte wird ein erhöhtes Interesse beanspruchen. Die Nationen Europas sollten sich nach dem Kriege zu einer großen Aktion zusammenfinden, welche die Schaffung eines europäischen Kohlenverteilungsplanes zum Zweck hätte. — So stellt das Buch ein sehr ernstes Werk in ernster Zeit dar.

Dr. Vondráček.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 43, Seite 483.

Digitized by Google

Benzin, Benzinersatzstoffe und Mineralschmiermittel, ihre Untersuchung, Beurteilung und Verwendung. Von Dr. J. Formánek. VII und 260 S. mit 18 Textfiguren. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer (Preis Mk. 12.—).

Die ungewöhnlich rasche Entwicklung und Verbreitung der Kraftfahrzeuge hat es mit sich gebracht, daß das in früheren Zeiten ziemlich gering geschätzte Produkt der Erdölverarbeitung: Benzin zu einem sehr gesuchten Stoff geworden ist und daß auch schlechtere Benzinsorten, Benzol und andere Brennstoffe als Triebmittel herangezogen werden mußten. Zugleich ist die Situation des Motorbesitzers insoferne schwieriger geworden, als die Qualität der ihm angebotenen und gelieferten Triebstoffe Schwankungen unterworfen ist und verschiedene Gemische unter Anpreisungen in den Handel kommen, die nicht immer der Wahrheit entsprechen. Die ehedem zur Beurteilung des Benzins ausreichende Bestimmung des spezifischen Gewichtes genügt heutzutage nicht mehr. Will man über die Beschaffenheit und Eignung des Triebstoffes richtig orientiert sein, sind noch andere schwierigere Untersuchungen durchzuführen.

In dem vorliegenden Werke hat der Verfasser als Kraftfahrer und Chemiker seine Erfahrungen auf dem Gebiete der Prüfung von Motorbetriebsstoffen sowie auch von Mineralschmierölen niedergelegt. Die in Betracht kommenden Untersuchungsmethoden werden eingehend, instruktiv und unter zahlreichen Hinweisen auf die Literatur geschildert. Von den vom Verfasser selbst ausgearbeiteten Verbesserungen ist die besondere Art der Durchführung der fraktionierten Destillation und die Benutzung von Indanthrendunkelblau BD zum Nachweis von Benzol in Benzin hervorzuheben. Weniger empfehlenswert scheint das gleichfalls vom Autor angeregte Absaugen der Dämpfe bei der Verdunstungsprobe zu sein. Manche der beschriebenen Untersuchungsmethoden sind so einfach, daß auch ein Nichtchemiker fähig sein wird, sie selbst auszuführen, während andere ihrer ganzen Art nach dem Chemiker vorbehalten bleiben müssen. Vom praktischen Gesichtspunkte aus wäre es eigentlich gut, wenn der Autor zwischen den beiden Gruppen eine Grenze gezogen hätte. Die Schwierigkeit einer solchen Einteilung ist freilich mit Rücksicht auf die verschiedenen individuellen Fähigkeiten nicht zu verkennen.

An den analytischen Teil schließt sich der technische Teil an, der die besonderen Eigenschaften und Verwendbarkeit der Brennstoffe und ihrer Gemische, Berechnung der Betriebskosten, einige Verbesserungen am Automobil, die Lagerung von Benzin und Benzol, das Löschen von Benzinbränden und anderes behandelt. Interessant sind die vom Verfasser vorgenommenen Versuche über die Verdampfung verschiedener Benzin- und Benzolsorten im Vergaser und über den Verbrauch und die Leistungsfähigkeit derselben beim Motorenbetrieb, die zum Teil in der Fabrik, teils unmittelbar an Automobilfahrten vorgenommen wurden. So wurde zum Beispiel festgestellt, daß mit 1 kg Benzin von spezif. Gewicht 0·740 eine um 30% größere Strecke zurückgelegt werden kann, als mit einem Benzin von spezif. Gewicht 0·700.

In allen Ausführungen des Buches gesellt sich zu der fachmännischen Beherrschung des Gegenstandes eine gewissenhafte Behandlung desselben, so daß bei der gerade aktuellen Bedeutung der Benzinersatzstoffe an einer günstigen Aufnahme und großen Verbreitung der Publikation nicht zu zweifeln ist. Den Elektrotechniker wird der den Schmierölen gewidmete Teil auch aus dem Grunde interessieren, da die meisten der beschriebenen Methoden bei der Untersuchung von Transformatorenölen gebraucht werden. (Nebenbei sei bemerkt, daß der Erfinder des bekannten Kalorimeters Junkers immer wieder „Junker" geschrieben wird.) In die Definition der absoluten inneren Reibung hat sich ein Fehler hereingeschlichen. *Dr. Vondráček.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrisch betriebene Hebezeuge.

(Schluß von Heft 49 Seite 585.)

Bei gewissen Fördermaschinen, wie zum Beispiel Schwimmkranen, wird der Arbeitsmotor von einer Anlaßdynamo mit Antrieb durch irgend einen Primärmotor gespeist. Beim Durchziehen größerer Lasten kann es vorkommen, daß der Arbeitsmotor seine Stromrichtung umkehrt, die Anlaßdynamo als Motor antreibt, sie also unzulässig entlastet. Dies wird nach einer Erfindung der A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft in Wien dadurch verhindert, daß die Anlaßmaschine eine zusätzliche Belastung erhält, wenn der Motorstrom sich umkehrt. Dazu dient ein Strommesser, der bei Stromumkehr ein Relais einschaltet, das einen Belastungswiderstand an die Anlaßmaschine legt. Die Größe der zusätzlichen Belastung kann den verschiedenen Stärken des Rückstromes entsprechend einstellbar sein. (Ö. P. Nr. 74 285.)

Um zu große Geschwindigkeiten der Förderung bei Mannschaftsfahrten und bei Seiluntersuchung zu verhindern, wird zum Anlasser in Reihe noch ein durch den Teufenzeiger gesteuerter, als Retardiervorrichtung wirkender Zusatzwiderstand angeordnet. Nach der Erfindung der Elektrizitäts-Akt.-Ges. vorm. Hermann Pöge in Chemnitz sind auf der Kontakthebelwelle dieses Zusatzwiderstandes Sperrsegmente mit Sperrkränzen angeordnet, welche in Verbindung mit elektrisch gesteuerten Sperrhebeln eine zwangläufige, während der Förderung nicht mehr beeinflußbare Geschwindigkeitsbegrenzung bewirken. (D. R. P. Nr. 296 511.)

Eine Reihe von Patenten betrifft „Regeleinrichtungen" für Elektrohängebahnen.

Es ist bekannt, die Fahr- und Hubmotoren der Katzen von ortsfesten Kontrollern aus durch eine Fernsteuerung zu betätigen, unter Verwendung von elektromagnetischen Steuerapparaten auf der Katze. Eine im Betrieb sehr einfache Fernsteuerung wird von der Firma Roessemann & Kühnemann in Budapest angegeben. Die Einrichtung benutzt einen ortsfesten Fahrkontroller und einen ähnlich ausgebildeten Hubkontroller, die unter Vermittlung von zwei Fahrleitungen und darauf schleifenden Stromabnehmern die Umsteuerapparate auf der Katze betätigen. Die Erfindung besteht darin, daß der Fahrkontroller in einer bestimmten Lage seines Schalthebels (Linksfahrt) Arbeitsstrom über den ersten an der einen Freileitung schleifenden Stromabnehmer zu dem auf der Katze befindlichen zugehörigen Fahrschalter und den Fahrmotor leitet und bei der zweiten Hebellage (Rechtsfahrt) Steuerstrom über einen an der zweiten Freileitung schleifenden Stromabnehmer dem Fahrschalter zuführt, wodurch der letztere den Fahrmotor umsteuert. Dabei führt der Hubkontroller in seinen beiden Stellungen für Heben und Senken dem dem Hubmotor auf der Katze entsprechenden Hubschalter auf gleiche Weise Arbeits- bezw. Steuerstrom zu, wobei jedoch der erste Stromabnehmer Steuerstrom und der zweite Stromabnehmer Arbeitsstrom erhält. (Ö. P. Nr. 74 143.)

Die Erfindung der Firma Unruh & Liebig, Abteilung der Peniger Maschinenfabrik und Eisengießerei Akt.-Ges. in Leipzig-Plagwitz bezieht sich auf eine Ausbildung an Fernsteuerungen für elektrisch betriebene Laufkatzen mit Windwerk und getrennten Kraftleitungen für das Hub- und Fahrwerk, durch welche der Betrieb insofern wesentlich vereinfacht wird, als die aufeinanderfolgenden Arbeitsvorgänge lediglich durch Einschalten des zugehörigen Kraftstromes eingeleitet werden. Das wird in der Hauptsache erreicht durch eine in die Kraftleitung eingebaute, für zwei Schaltstellungen eingerichtete Kontaktbrücke, die bei jedesmaliger Einschaltung der zugehörigen Kraftleitung durch einen Magneten selbsttätig in die die entgegengesetzte Bewegung als vorher veranlassende Schaltstellung umgesteuert wird, so daß, wenn das Hubwerk vorher auf Senken eingestellt war, bei der folgenden Einschaltung der zugehörigen Kraftleitung die Kontaktbrücke selbsttätig auf Heben steuert. (D. R. P. Nr. 292 199.)

Die Erfindung des Dipl.-Ing. Camillo Resek in Hamburg bezieht sich auf solche Schalteranordnungen, bei welchen die Arbeitsströme durch auf der Katze befindliche Schaltwalzen umgeschaltet werden, die ihrerseits wieder durch einen Steuermagneten bewegt werden. Das Wesen der Erfindung liegt darin, daß die Schaltwalze aus zwei Teilen besteht, von welchen der eine, der die Schaltung des Hubmotors vermittelt, zwangläufig mit dem Steuermagneten und der andere, für den Fahrmotor bestimmte Teil mit dem ersten Walzenteil durch ein geeignetes Schaltwerk verbunden ist. Durch diese Ausbildung der Schaltwalze wird vermieden, daß die Vorrichtungen beim Versagen des Steuermagneten infolge unrichtiger Stellung der Schaltwalze in unrichtigem Sinne bewegt werden, also zum Beispiel die Hebevorrichtung die Last hebt, statt sie zu senken. Ferner sind für die Ströme, die die Heb- und Senkbewegung der Winde veranlassen, verschiedene Leitungen vorgesehen, so daß bei richtiger Stellung der Schaltwalze auch die richtige Leitung eingeschaltet werden muß, um eine Bewegung zu veranlassen. Außer diesen Sicherheitseinrichtungen sind mit der Schaltwalze bewegliche Kontakte verbunden, welche den sonst gebräuchlichen Umschaltern entsprechen. Diese werden durch eine Wandermutter bewegt, die infolge ihrer Verbindung mit dem Windwerk stets die richtige Lage einnimmt. (D. R. P. Nr. 296 423.)

Im Patente Nr. 253 813 der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ist eine elektromagnetische Umsteuerung für zweimotorige Hängebahnwagen mit Hub- und Fahrmotor angegeben, bei welcher ein elektromagnetischer Umschalter für einen der beiden Motoren (zum Beispiel für den Hubmotor) je nach der jeweilig gewählten Stellung eines als Kontroller oder dgl. ausgebildeten Handsteuerapparates in eindeutiger Abhängigkeit von letzterer bei unerregtem Magneten durch Gewicht oder Feder in der Schaltstellung für die eine Drehrichtung (zum Beispiel Heben) gehalten und durch die Erregung des Magneten in die Stellung für die umgekehrte Drehrichtung (Senken) gebracht wird; der zweite Motor wird durch einen mechanisch beeinflußten Schalter in einer bestimmten, zum Beispiel höchsten Lage des Triebwerkes unter Umschaltung des ersten Motors eingeschaltet. Die neue Erfindung bezweckt eine Vereinfachung und Verbilligung der Einrichtung und besteht darin, daß der elektromagnetische Umschalter für den einen der beiden Motoren (zum Beispiel Hubmotor) mit dem erwähnten mechanisch zu beeinflussenden Schalter zu einem einzigen Schalter vereinigt ist. Dieser vereinigte Schalter ist so ausgebildet, daß er aus der Stellung, in welcher er durch Gewicht

Digitized by Google

oder Feder gehalten wird, sowohl durch Erregung seines Magneten in die andere Stellung umgelegt werden kann als auch mechanisch, zum Beispiel durch einen Anschlaghebel beim Eintreffen des Kübels in seiner höchsten Lage oder durch Spindel und Wandermutter in einer bestimmten Höhenlage des Kübels.

Eine weitere Ausbildung der letzteren Erfindung besteht darin, daß außer der Reversierung des Hubmotors auch noch diejenige des Fahrmotors in beliebigen Kübellagen, die höchste ausgenommen, mittels des Handsteuerapparates herbeigeführt werden kann, um eine größere Manövrierfähigkeit in den tieferen Kübellagen, zum Beispiel beim Umsetzen von Kübeln in Schiffen, zu erreichen. Die Einstellung einer jeden Bewegung erfolgt nach einer auf der Deckplatte des zweckmäßig als Kontroller ausgebildeten Handsteuerapparates angeordneten Skala mit entsprechender Aufschrift. Die Steuerung bedingt zur Ausführung der vier Bewegungen nur zwei Kontaktleitungen außer der Schienenrückleitung. (D. R. P. Nr. 295 753 und Nr. 302 994.)

Die Fernsteuerung von Paul Kirchhoff in Hannover verwendet die von ortsfesten Kontrollern bedienten Hilfsapparate auf der Katze und erreicht die Steuerung der Katzenmotoren dadurch, daß der auf dem Elektrohängebahnwagen befindliche, durch das Hubgetriebe oder die Last bewegte Endschalter in seiner das Heben ausschaltenden Stellung — der Ausschaltstellung — die Schaltung für Fahren und Senken, und in seiner Einschaltstellung die Schaltung für Heben und Senken gleichzeitig vorbereitet. Die eine der möglichen Schaltungen bei jeder dieser beiden Stellungen kann dadurch ausgeschlossen werden, daß die zum Endschalter führende Schleifleitung mittels des ortsfesten Kontrollers von der Stromquelle abgeschaltet wird, während die zweite Schleifleitung den Bremsmagnet und das Feld des Hubmotors speist. Die Einleitung der Senkbewegung erfolgt dabei durch das durchziehende Getriebe. (Ö. P. Nr. 72 720.)

Zur Fernsteuerung von Elektrohängebahnwagen mittels Mehrphasenstrom werden bei der von den Siemens-Schuckertwerken angegebenen Einrichtung zwei Phasen an die beiden Schleifleitungen und die dritte an Erde gelegt. Durch wahlweises Einschalten der einen oder anderen Phasenleitung vor Vollendung der Hauptschaltung werden Hilfsschaltapparate beliebiger Art unter Strom gesetzt, die vorbereitende Schaltbewegungen im Maschinenstromkreis bewirken. Der zum Ein- und Umschalten des Motors verwendete Schalter schaltet die eine der den Schleifleitungen zugeführten Phasen eher ein als die andere. Als Schalter für den Motor wird ein Umschalter verwendet, der bei der Schaltbewegung in der einen Richtung die eine, bei der Schaltbewegung in der anderen Richtung die andere Phase vorher einschaltet. (D. R. P. Nr. 303 085.)

Vereins-Nachrichten.

Aus den Sitzungsberichten.

Regulativkomitee betreffend elektrische Handlampen.

Ein Eisenwalzwerk, welches in seinem Betriebe elektrische Handlampen in größerer Zahl verwendet, hat dem Regulativkomitee (Obmann Herr Hofrat Prof. C. Hochenegg) des Elektrotechnischen Vereines bekanntgegeben, daß wegen Materialmangel die Leitungen elektrischer Handlampen, deren Isolation auch nur mangelhaft ist, nicht mehr durch Ledermäntel, Gummi- oder Metallschläuche geschützt werden können und daher deren Instandhaltung in einer den „Sicherheitsvorschriften" entsprechenden Weise nicht mehr möglich ist. Das Werk beabsichtigt, die Gebrauchsspannung für Handlampen von 220 V auf eine niedrigere Spannung zu transformieren sowie einen Leiter der Handlampenleitung zu erden; es wird angefragt, welche Spannung bei ungeschützten Handlampenleitungen und bei Erdung eines Leiters als Höchstwert noch zulässig ist?

Da zur Zeit der Anfrage eine Sitzung des Regulativkomitees nicht möglich war, wurden dem Werk als vorläufige Erledigung die folgenden von Herrn Hofrat Hochenegg aufgestellten und vom Regulativkomitee im schriftlichen Wege angenommenen sechs Sätze bekanntgegeben, wobei bemerkt wurde, daß die Angelegenheit zur gegebenen Zeit auch zum Gegenstand einer mündlichen Beratung im Regulativkomitee gemacht werden soll. Diese sechs Sätze lauten:

„1. Unter besonderen Umständen genügt schon ein Wechselstrom von sehr geringer Spannung (in der Literatur wird eine Spannung von 15 V erwähnt, siehe Z. d. V. D. I. 1918, S. 478), um eine tödliche Wirkung hervorzubringen.

2. Die Benutzung der elektrischen Handlampen in Kesselschmieden, Walzwerken und dgl. begünstigt das Eintreten der die Gefährlichkeit erhöhenden besonderen Umstände.

3. Die Erdung eines Poles der Wechselstromquelle ist nur dann vorteilhaft, wenn ein ebenfalls geerdeter Metallschlauch die Leitung der Handlampe umgibt und dieser mit dem metallenen Gehäuse und Schutzkorb der Lampe leitend verbunden ist; andernfalls kann die Erdung eines Poles der Stromquelle die Gefahr sogar erhöhen.

4. Die Handlampen haben in gewissen Betrieben, darunter auch in Maschinenfabriken und in Walzwerken, bereits wiederholt Verletzungen und den Tod von Menschen verursacht und sollen daher gerade in solchen Betrieben besonders sorgfältig in Stand gehalten werden.

5. Gänzlich ungeschützte Handlampenleitungen sollten daher, besonders wenn deren Isolation auch noch mangelhaft ist, auch bei geringer Spannung der Stromquelle trotz der derzeit bestehenden Schwierigkeiten keinesfalls verwendet werden; dies umsoweniger, als die dann auch bei geringer Spannung unvermeidlichen elektrischen Schläge, wenn selbe auch keinen wirklichen dauernden Schaden verursachen, von den Arbeitern unangenehm empfunden, als Ursache von Gesundheitsstörungen betrachtet und daher zum Anlaß von Ansprüchen genommen werden.

6. Mindestens sollte der Teil der Handlampe, mit dem der Arbeiter in Berührung kommen kann, also der in das Schutzgehäuse mündende letzte Teil der Leitung (2 bis 3 m lang) mit Metallschlauch versehen und dieser sowie das Schutzgehäuse zuverlässig geerdet sein. Der übrige Teil der Leitung könnte sodann bei ganz geringer Spannung etwa bis 10 V weniger gut isoliert sein, müßte aber doch mit einer die leitende Berührung verhindernden Umhüllung der ganzen Oberfläche entlang versehen sein."

Gelegentlich der schriftlichen Abstimmung über diese sechs Sätze im Regulativkomitee sind von Komiteemitgliedern die folgenden sachlichen Äußerungen abgegeben worden, welche gleichzeitig dem anfragenden Werk mitgeteilt wurden:

Herr Zivilingenieur F. Drexler: „Ich möchte dem nur noch hinzufügen, daß auch die Verwendung von Lampenkörpern ganz aus isolierender Masse strengstens verlangt werden solle. Bei Revisionen fand ich immer noch häufig Handlampen, die den §§ 97 und 99 unserer Sicherheitsvorschriften gar nicht entsprachen und schreibe überall isolierte Lampen vor. Ganz besonders gefährlich sind solche Lampen in Kesselhäusern, wo sie im Inneren von Kesseln beim Putzen derselben verwendet werden. Dort ist die Erdschlußgefahr am größten. Mit Bezug auf den Vorschlag, daß wenigstens 2 bis 3 m der beweglichen Lampenleitung gut geschützt sein sollen, möchte ich vorschlagen, daß hiezu eine mit Cellonlack bestrichene Bandumwicklung verwendet werden solle; dieser Lack ist jetzt immer noch zu haben und wird auch im Inlande erzeugt."

Herr Direktor Ing. M. Maerz: „Meiner Anschauung nach ist es auch heute noch möglich, ein brauchbares, entsprechend sicheres Handlampenkabel herzustellen. In erster Linie muß der elektrisch beanspruchten Isolationsschichte, also der vulkanisierten Gummiisolation auf den Leitern, mehr Sorgfalt zugewendet werden; es darf hiefür nicht die gewöhnliche Regeneratgummiisolierung, wie sie für die Marktware in Drähten und Schnüren zur Anwendung kommt, sondern es muß etwas besseres genommen werden. Ich denke hiebei an Gummimischungen, welche allein aus dem jetzt erhältlichen synthetischen Gummi oder aus solchem in Verbindung mit entsprechenden Regeneraten hergestellt sind. Die Einzelader des Handlampenkabels muß sodann eine sich überlappende, aufvulkanisierte Bandumhüllung haben. Hierüber wäre eine dichte Umflechtung von entsprechend imprägniertem Papierspagat zu legen. Zwei derartige Einzeladern werden sodann mit imprägniertem Einlauf miteinander verseilt, gegebenenfalls noch einmal gebändert und sodann mit einer oder zwei übereinander angeordneten dichten Umflechtungen von entsprechend imprägniertem Papierspagat versehen. Auf dem äußeren Durchmesser der Leitung ist hierauf eine festaufliegende Spirale von flachgewalztem verzinkten Eisendraht mit einer Ganghöhe von 4 bis 8 mm, je nach dem Durchmesser des Handlampenkabels, angeordnet. Diese Eisenbandspirale wäre sodann mit dem metallischen Handlampenkörper sowie dem Schutzkorb usw. zu verbinden und gemeinsam zu erden. Ich habe die Erfahrung gemacht, daß dichte Umflechtungen aus entsprechend imprägnierten Papiergarnen mechanisch außerordentlich widerstandsfähig sind und daß man die Imprägnierung derartig vornehmen kann, daß die Feuchtigkeitsaufnahme auf ein Minimum herabgedrückt wird."

Herr Ing. E. Kwaysser: „In Ermanglung einwandfreien Zuleitungsmaterials für Handlampen möge bei Wechselstromanlagen vor der Steckdose ein Kleintransformator (Klingeltransformator) eingebaut und Lampen für 4 oder 6 V verwendet werden. Derlei Klingeltransformatoren müssen, da sie normal für Schwachstromanlagen bestimmt sind, ohnehin primär sehr gut isoliert und dürfen nicht als sogenannte Spartransformatoren konstruiert sein. Klingeltransformatoren dürften auch heute noch erhältlich sein und können, wenn auch bei geringerem Wirkungsgrade, sehr wohl auch ohne Kupfer gebaut werden. Entsprechend starke Lampen von 4 bis 6 V sind, da für Automobilscheinwerfer häufig verwendet, ebenfalls ohneweiters zu haben. Die Isolation von Handlampen

Digitized by Google

unter Zwischenschaltung von solchen Kleintransformatoren würde auch in normalen Zeiten für feuchte Räume und überhaupt in allen Fällen, wo besondere Gefahr vorliegt (zum Beispiel Handlampen zu Kesselputzzwecken, zu Arbeiten in Schiffsräumen auf Stapel und dgl.) sehr empfehlenswert sein."

Herr Ing. H. Weiss: „Es könnte vielleicht noch der Zusatz gemacht werden, daß dort, wo Gefahr besteht, daß der Arbeiter beim Arbeiten mit Feuchtigkeit in Berührung kommt, von der Verwendung solcher Handlampen, wie im erwähnten Brief gedacht, überhaupt Abstand genommen werden sollte und lieber tragbare Akkumulatorenlampen benutzt werden sollen."

Herr Direktor Ing. A. Roth: „Ich bin nicht der Meinung, daß es angezeigt wäre, zum angeführten Zwecke Handlampenkabel ohne Gummiisolation zu verwenden, umsomehr, als für diese relativ kurzen Längen der in Frage kommende Altgummi sicherlich vom Kriegsministerium freigegeben wird. Ich möchte daher abraten, eine Erleichterung in den Sicherheitsvorschriften Platz greifen zu lassen, umsomehr als die dadurch nötige Herabsetzung der Spannung von 220 V bezw. 110 V auf 10 V eine Vergrößerung der Leitungsquerschnitte und überdies die Einspannung von Hilfstransformatoren nötig macht, so daß sicherlich die Ersparnis an Gummi in keinem Verhältnis steht zu der Arbeit, die zur Herbeiführung der Ersparnis notwendig ist."

Das anfragende Eisenwalzwerk hat auf die vorläufige Erledigung folgendes geantwortet:

„Zu Satz 1.: Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß eine Spannung von 15 V bereits tödlich wirkt. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist aber eine so außerordentlich geringe, daß es unseres Erachtens wohl zu weit führt, wollte man darauf hin eine Erleichterung für so niedrige Spannungen nicht gestatten. Eine viel größere Wahrscheinlichkeit besteht zum Beispiel für Unglücksfälle beim Betreten von Treppen und doch werden solche von der Bauordnung nicht verboten. Auch in der Gastechnik gibt es erheblich höhere Gefahrenmomente, die dennoch nicht zu so weitgehenden Vorschriften führten. Damit wollen wir aber gewiß nicht der Sorglosigkeit in der Elektrotechnik das Wort reden, vielmehr wollen wir nur darauf aufmerksam machen, daß das Gefahrenmoment im gewöhnlichen Leben, ganz außerhalb jeder Industrie, ein viel größeres ist, als in dem vorliegenden Falle.

Zu Satz 2.: Eben weil die Benutzung elektrischer Handlampen in Walzwerken usw. ein höheres Gefahrenmoment hervorruft, ist es unser Bestreben, Mittel und Wege zu finden, die dieses Moment verringern. Und ein solches Mittel ist zunächst sicher die Herabsetzung der Spannung. Wenn wir nun gleichzeitig dabei der Meinung sind, daß bei Herabsetzung der Spannung auch eine Milderung in der Schärfe der Vorschriften gestattet werden möge, so resultiert diese Meinung aus der Beobachtung, daß Gummischlauch bezw. Spiraldrahtschutz usw. nur eine unzuverlässige Sicherheit bedeutet. Unseres Erachtens ist unter allen Umständen eine gummiisolierte Handlampenleitung bei 15 V Betriebsspannung ein weitaus größerer Schutz als Spiraldraht oder Lederumhüllung bei 220 V. Dabei möchten wir der Behauptung des Herrn Direktor Maerz entgegentreten, nach der es noch heute möglich sein soll, brauchbare Handlampenkabel zu erhalten. Kabel, wie sie von ihm beschrieben werden, sind zu steif und ungeschickt und daher für Handlampen nur sehr schlecht verwendbar. Dann aber ist auch nach unseren Erfahrungen ein eisenarmiertes Kabel an sich nicht völlig einwandfrei, weil die Armierung bei stark benutzten Lampen viel zu leicht bricht, wodurch die Erdung unterbrochen und die Gefahr vergrößert wird. Daß wir, nebenbei gesagt, das beste Material anwenden und keine Kosten scheuen, um eine gefahrlose Handhabung mit den Lampen zu ermöglichen, ist bei unseren Prinzipien hinsichtlich der Unfallsverhütung selbstverständlich. Gutes Material ist aber nur noch im Schleichhandel und zu den ungeheuerlichsten Preisen erhältlich.

Zu Satz 3.: Die Erdung eines Poles wurde von uns vorgeschlagen, um den Übertritt der Primärspannung unter allen Umständen zu verhüten. Diese Frage steht oder fällt übrigens mit dem Satz 1.

Zu Satz 4., 5. und 6. siehe unter 2."

Die Angelegenheit war nun in der vor kurzem stattgefundenen Sitzung des Regulativkomitees Gegenstand eingehender Beratungen und wurde als endgültige Erledigung folgendes Schreiben an das Eisenwalzwerk gerichtet:

„Das Regulativkomitee des Elektrotechnischen Vereines hat sich mit ihrer Anfrage vom ..... und mit Ihrer Antwort auf unsere vorläufige Erledigung vom ..... beschäftigt und die von Herrn Hofrat Prof. Carl Hochenegg aufgestellten sechs Sätze neuerlich gutgeheißen, jedoch zum sechsten Satz die Bemerkung beigefügt, daß es sich als vorteilhafter erweist, die Griffe und Schutzschläuche der Handlampen aus Isoliermaterial herzustellen, da die sonst erforderliche Erdung derselben bei der schlechten Behandlung der Handlampen erfahrungsgemäß leicht unterbrochen wird. Ferner wurde der Vorschlag gemacht und gutgeheißen, die Sekundärspule eines etwa angewendeten Zwischentransformators nicht an einem Pole, sondern im Mittelpunkte zu erden, wodurch sowohl der Übergang der Primärspannung gegen Erde auf das Sekundärnetz vermieden ist, als auch die Sekundärspannung gegen Erde auf die Hälfte der angewendeten Sekundärspannung begrenzt ist. Als Isolierschlauch wurde ein sogenannter „Kellerit"-Schlauch empfohlen, der aus Ersatzstoffen von der Kellerit-Schlauch Gesellschaft m. b. H., Wien IV, Wohllebengasse 4, hergestellt wird und sehr widerstandsfähig sein soll.

Zu Ihrem letzten Schreiben bemerken wir noch folgendes: Die Sicherheitsvorschriften schreiben im § 97 vor, daß „in mechanischen Betriebstätten und überall dort, wo die Leitungen (der Handlampen) der Gefahr mechanischer und chemischer Beschädigung ausgesetzt sind, dieselben durch Ledermäntel, Gummischläuche oder geerdete Metallschläuche zu schützen sind". Diese Ledermäntel, Gummischläuche oder geerdeten Metallschläuche dienen also nicht zur Isolation der Leitungen, sondern zum Schutz der isolierenden Umhüllung der Leitungen gegen mechanische und chemische Beschädigung, welche isolierende Umhüllung naturgemäß der angewendeten Betriebsspannung entsprechen muß. Die Bemerkung in dem letzten Briefe zu Satz 2, welche lautet: „Unseres Erachtens ist unter allen Umständen eine gummiisolierte Handlampenleitung bei 15 V Betriebsspannung ein weitaus größerer Schutz als Spiraldraht oder Lederumhüllung bei 220 V" steht vor allem in Widerspruch mit der ursprünglichen Anfrage, in welcher ausdrücklich erwähnt ist, daß die Isolation der Handlampenleitungen „auch nur noch mangelhaft ist" aber selbst wenn eine tadellose gummiisolierte Handlampenleitung angewendet würde, was unter den derzeitigen Umständen gewiß große Schwierigkeiten bereitet, so wird dieselbe, wenn sie ungeschützt ist, in solchen Betrieben, in welchen sie „mechanischen und chemischen Beschädigungen ausgesetzt ist" in kurzer Zeit beschädigt sein und somit auch die Gummiisolierung, besonders die derzeit erhältliche, keinen Schutz gegen leitende Berührung des Drahtes mehr bieten. Wenn nun eine Spannung von zum Beispiel 15 V gegen Erde angewendet wird, ist zu befürchten, daß eine gewisse Sorglosigkeit eintritt und die Beschädigung unbeachtet bleibt, so daß eine leitende Berührung des Drahtes durch den betreffenden Arbeiter und damit ein Stromdurchgang durch den Arbeiter sehr leicht vorkommen kann. Ein solcher Stromdurchgang kann trotz der Verringerung der Spannung auf 15 V gegen Erde sehr unangenehm, ja unter Umständen sogar von tödlicher Wirkung sein und jedenfalls Anlaß zu Klagen sowie auch von Ansprüchen bieten. Sollte dies bezweifelt werden, so empfehlen wir die Wirkung von Wechselstrom von 15 V Spannung einmal am eigenen Körper zu erproben, zum Beispiel bei feuchten Händen, dabei aber eine gewisse Vorsicht walten zu lassen, da ein sehr empfindlicher Schlag zu erwarten ist, der unter gewissen Umständen auch gefährlich werden kann. Es wäre daher verfehlt, in der Verringerung der Spannung gegen Erde auf 15 V einen Schutz zu erblicken und es muß somit entweder eine noch geringere Spannung gegen Erde angewendet, oder durch Anwendung einer Umhüllung der Handlampenleitung, die sie gegen mechanische und chemische Beschädigungen schützt, die erforderliche Sicherheit erlangt werden."

Inhaltsverzeichnis der E. u. M. für 1918.

Der Mangel an Papier veranlaßt uns, von dem Inhaltsverzeichnis für den Jahrgang 1918 der Zeitschrift nur so viele Exemplare herstellen zu lassen, als bestellt werden.

Wir ersuchen jene Bezieher der Zeitschrift, die das Inhaltsverzeichnis zu erhalten wünschen, dies der Schriftleitung, Wien VI, Theobaldigasse 12, durch Postkarte bis längstens 26. Dezember l. J. mitteilen zu wollen.

Inhaltsverzeichnisse, die erst nach dem 26. Dezember l. J. bei uns bestellt werden, können nicht zugesichert werden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
22. Dezember 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 51.
36. Jahrgang.

INHALT:

Schweißen von Transformatorkasten mit dem elektrischen Lichtbogen. Von Dr. E. Rosenberg, Weiz 545

Rundschau 547
Literatur-Bericht 550

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues 551

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Schweißen von Transformatorkasten mit dem elektrischen Lichtbogen.

Vorbemerkung.

In den meisten Fabriken werden Transformatorenkasten mittels des sogenannten autogenen Schweißverfahrens, das heißt durch die Anwendung der Azetylensauerstoffflamme hergestellt. Nur bei der amerikanischen General Electric Co. war schon vor mindestens elf Jahren das Licht bogenschweißverfahren auch bei dünnen Wellblechkasten in erfolgreicher Anwendung. Nun ist in der amerikanischen Zeitschrift „Machinery" vom Jänner 1918 von Erik O b e r g eine ausführliche Darstellung des Schweißverfahrens erschienen, das gegenwärtig deshalb für uns von besonderer Wichtigkeit ist, weil zurzeit die Beschaffung von Karbid und Sauerstoff sowie der Brenner und Schläuche auf Schwierigkeiten stößt.

Nachstehend ist eine ausführliche Wiedergabe dieser Arbeit veröffentlicht.

Dr. E. Rosenberg, Weiz.

Das Schweißen der Stoßnähte an Transformatorkasten wird in den Pittsfielder Werken der General Electric Co. angewendet und hat sich allen anderen Methoden überlegen erwiesen. Früher wurde die autogene Schweißung angewendet und war technisch zufriedenstellend, aber teuer. Die Lichtbogenschweißung arbeitet ebenso zufriedenstellend und billiger. Daher werden, praktisch genommen, alle Blechtransformatorkästen jetzt mit dem Lichtbogen geschweißt. Außerdem wird der Lichtbogen für verschiedene andere Schweißarbeiten verwendet.

Schweißungen werden bei Eisenblech von 1·6 mm bis 19 mm Dicke angewendet. Stahlbleche von 1·6 mm Stärke werden aufgebördelt geschweißt, bei solchen von 3 mm Stärke und aufwärts wird Stumpfschweißung verwendet. Bei dünnen Blechen ist eine Abschrägung der Kanten vor dem Schweißen nicht erforderlich. Für dünnere Bleche als 1·6 mm ist die Lichtbogenschweißung ungeeignet, weil der Lichtbogen das Blech verbrennt. Für Nahtschweißung wird Blech von 6 bis 16 mm Stärke an einer Seite abgeschrägt, solches von 19 mm Stärke und mehr an beiden Seiten. Bei Verwendung als Boden des Transformatorkastens wird das Blech nur auf einer Seite abgeschrägt. Bei allen Kastengrößen, von den kleinsten an bis zu solchen von 3 m im Durchmesser und 4·2 m Höhe (letztere aus 16 mm Kesselblech), werden alle Längsnähte in dieser Art geschweißt und ebenso wird der Blechboden mit dem Kasten durch Lichtbogenschweißung verbunden. Gußeiserne Ränder, wie sie bei einigen Transformatoren am oberen Kastenende verwendet werden, können nicht an den zylindrischen Kessel angeschweißt werden, sondern müssen entweder genietet oder geschraubt werden, aber die Lichtbogenschweißung wird für das Dichtmachen der Nietköpfe oder Schraubenköpfe verwendet, um Ölauslauf zu verhüten.

Anlage.

Die Anlage in Pittsfield besteht aus einem Motorgenerator von 150 kW, 75 V Leistung an der Gleichstromseite. Die Gleichstromspannung von 75 V wird durch einen Regler konstant gehalten. Von den Sammelschienen aus gehen zwölf Schweißlinien ab mit unabhängigen Widerständen, die aus der Ferne elektrisch von den Schweißern betätigt werden können. In Reihe mit je einem Widerstand ist eine Reaktanzspule. Jeder Schweißer hat eine kleine Schalttafel mit einem Ampermeter und einen Schalter sowie einen Steckkontakt.

Elektroden.

In der Regel werden Eisenelektroden verwendet. Sie werden von einem Drahtbund in Längen von etwa 460 mm abgeschnitten. Falls erhältlich, wird schwedischer Eisendraht verwendet, sonst ein in Amerika erhältlicher „Toncan"-draht, in Stärken von 1·6 bis 5 mm. Für manche Zwecke werden zugespitzte Kohlenelektroden verwendet, mit einem Durchmesser von etwa 3 mm am zugespitzten und 10 mm am dicken Ende. Die Länge ist in unbenutztem Zustande ungefähr 130 mm. Bei Benutzung brennt die Kohlenelektrode allmählich ab, behält aber an der Spitze praktisch den gleichen Durchmesser trotz des Abbrandes. Die Kohlenelektroden werden aus ähnlicher Mischung wie die Kohlen der Bogenlampen hergestellt. Auch Graphitelektroden können verwendet werden, brennen aber schneller ab als die Kohlenelektroden.

Schutz der Schweißer.

Die Schweißer tragen einen Helm wie in Abb. 1 dargestellt, durch den die Augen und der ganze Kopf geschützt werden, auch Handschuhe müssen verwendet werden,

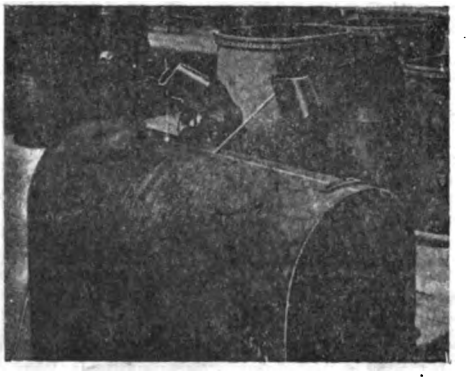


Abb. 1.

um die Hände vor dem Verbrennen zu schützen. Im Helm ist dreifaches Glas eingesetzt, ein grünes, ein dunkelrotes und als oberstes ein gewöhnliches Fensterglas. Da das oberste Glas allmählich einen Überzug von Metallstaub

Digitized by Google

erhält, so wird es, wenn es für den Gebrauch zu dunkel geworden ist, ausgetauscht.

Vorbereitungen für das Schweißen.

Bei dünnem Blech werden die Stücke einfach durch geeignete Klammern zusammengehalten und mit einem Hammer leicht geklopft, so daß sie aneinander liegen. Bei langen Schweißnähten ist es notwendig, die Bleche voneinander etwas zu trennen, weil während des Schweißens die Bleche sich ausdehnen. Gewöhnlich werden am Ende, wo die Schweißung beginnt, die Bleche bis auf 3 mm aneinander genähert und die Entfernung zwischen den Blechkanten wird um etwa 2% der Längsentfernung vergrößert. Die Erfahrung hat gezeigt, daß dann die Bleche beim Fortschritt der Schweißnaht fast zur Berührung kommen. Dünne Bleche werden in keiner Weise vor dem Schweißen bearbeitet, dicke hingegen werden entweder auf einer Seite oder auf beiden Seiten abgeschrägt. In Abb. 1 ist eine Längsnaht eines Transformatorenkastens beim Schweißen gezeigt. Die Bleche werden durch eine Klammer und durch Bolzen auf der einen Seite voneinander entfernt gehalten, während der Schweißer von der anderen Seite aus beginnt. Ein Helfer hält die Platten mittels eines Stabes in geringer Entfernung von der Schweißstelle selbst auseinander.

Schweißung.

Das Schweißen ist einfach und Schweißer können in verhältnismäßig kurzer Zeit abgerichtet werden. Solche, die schon Erfahrung mit Autogenschweißung haben, können in vier Wochen zu guten Lichtbogenschweißern herangebildet werden, Neulinge brauchen acht bis zehn Wochen zur vollständigen Ausbildung. Mit dem Kohlenlichtbogen arbeitet es sich etwas einfacher, als mit der Eisenelektrode, da der Kohlenlichtbogen länger ist und nicht so leicht ausgeht, wenn der Arbeiter eine unruhige Hand hat. Bei der Eisenelektrode ist der Lichtbogen nur etwa 3 mm lang, und es ist große Erfahrung notwendig, um die Elektrode stetig längs der Schweißnaht zu bewegen, ohne die Bleche zu berühren oder den Lichtbogen abzureißen. Die Eisenelektrode wird nahezu für alle Stoßschweißungen und auch für die meisten überlappten Schweißungen verwendet. Die Kohlenelektrode wird für das Schweißen von Wellblechkästen verwendet. Hiebei werden Bleche von 1·6 bis 2·4 mm mit umgebördelten Kanten nebeneinander gelegt, die Kanten beider Bleche nach aufwärts gerichtet, wie es

Abb. 2.

Abb. 2 zeigt. Die Kohlenelektrode wird dann der Kante entlang bewegt, schmilzt die Kanten ab und schweißt die zwei Bleche zusammen. Eisendraht oder anderes zusätzliches Eisen wird nicht verwendet. In dieser Art wird das Eisenblech viel schneller geschmolzen. Für andere Arbeiten hingegen wird der metallische Lichtbogen vorgezogen, weil er hiebei bessere Arbeit leistet und die Schweißnaht eine gleichmäßigere Dicke enthält. Die Schweißung wird in der Regel von Hand aus gemacht, aber es sind auch besondere Schweißmaschinen konstruiert worden, in welchen die Elektrode entlang der Schweißnaht mit bestimmter Geschwindigkeit bewegt wird.

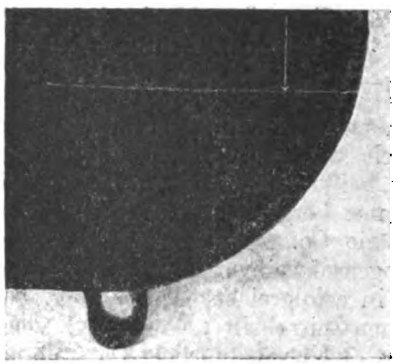


Abb. 3.

In Abb. 3 ist eine Ansicht des Bodens eines großen Kastens zu sehen, bei dem eine 19 mm Grundplatte mit einem 10 mm Seitenblech verschweißt ist. Die Grundfläche des Kastens ist etwa 1·8 × 3·6 m, die Höhe 4·3 m.

Weitere Anwendungen der Lichtbogenschweißung.

Bei ölgekühlten Transformatoren werden die Kühlrohre mit dem Kasten elektrisch verschweißt. Dies hat sich der autogenen Schweißung weit überlegen gezeigt. Bei letzterer waren ungefähr 10% der geschweißten Rohre öldurchlässig, bei der Lichtbogenschweißung nur 1%.

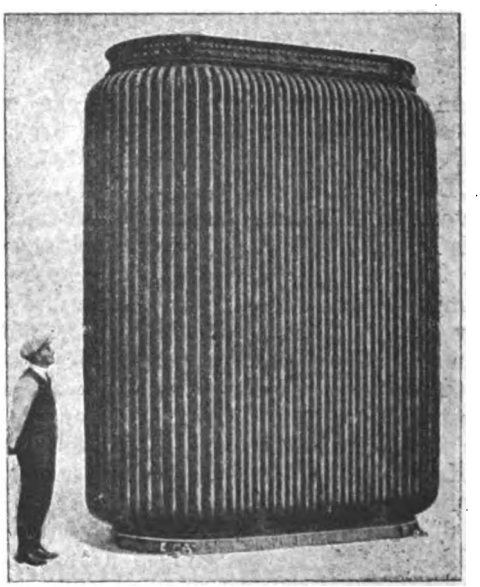


Abb. 4.

Abb. 4 zeigt einen großen Transformator, in welchem sowohl die Grundplatte, als auch die Rohre elektrisch angeschweißt sind.

Digitized by Google

Lichtbogen-Stoßschweißung von Eisenblech (Eisenelektrode).

Blechstärke in mm	1·6	3·2	6·4	9·5	12·7	16	19	25
Elektrodendurchmesser in mm	1·6	3·2	3·2 oder 4·8	4·8 oder 6·4	6·4	6·4	6·4	6·4
Geschwindigkeit in m/h	6	5	3	2	1·3	0·85	0·6	0·43
Amper: unterer Wert	25	30	70	100	120	125	125	125
„ Mittelwert	30	50	100	125	140	155	160	160
„ oberer Wert	40	75	125	150	175	195	200	200
mittlere aufgenommene Leistung bei 60 V in kW	1·8	3	6	7·5	8·4	9·3	9·6	9·6
mittlere aufgenommene Leistung bei 70% Wirkungsgrad in kW	2·6	4·3	8·6	10·7	12	13·4	13·8	13·8
Elektrodenverbrauch pro h in kg	0·4	0·6	1·4	1·6	1·7	1·5	1·1	1·2
Stromkosten pro h in Heller	39	64	129	160	180	201	207	207
Elektrodenkosten pro h in Heller	22	35	77	90	95	85	60	67
Gesamtkosten pro h in Heller	211	250	356	400	425	436	417	425
Gesamtkosten pro m Schweißnaht in Heller	35	51	118	202	325	512	685	1000

Schraubenbolzen und Nietköpfe werden zwecks Erzielung von Öldichtheit elektrisch verschweißt. Abb. 5 zeigt einen Schnitt durch eine Nietverbindung, die ohne elektrische Schweißung wahrscheinlich bei *A* öldurchlässig wäre. Die autogene Verschweißung der Nietköpfe wurde

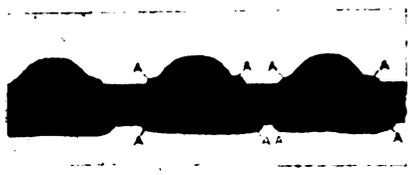


Abb. 5.

zuerst versucht, hat sich aber nicht bewährt, weil die von der Flamme ausgestrahlte Hitze beim Schweißen nachfolgender Nietköpfe die früher hergestellten Schweißungen wieder löste.

Stücke aus schmiedbarem Eisen können mit dem Blechkasten elektrisch zusammengeschweißt anstatt vernietet werden. Für diesen Zweck werden Kohlenelektroden verwendet und weiches Eisen mittels eines besonderen Stabes in die Schweißnaht eingetropft. Gußeisenstücke können aber nicht an Blechkästen angeschweißt werden, hauptsächlich wegen der verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten. Deshalb werden gußeiserne Stücke mit den Blechkästen vernietet und nur die Nietköpfe verschweißt. Bei kleinen Wellblechkästen wird der gußeiserne Flansch direkt mit dem Kasten vergossen.

Das Werkstück wird stets als positive Elektrode benutzt und die Kohlen- oder Eisenelektrode als negative.

Stärke der Schweißnaht.

Bei richtiger Ausführung ist die stoßgeschweißte Naht ebenso stark wie eine überlappte, einfach genietete Naht. Eine überlappte Schweißnaht ist stärker.

Schneiden von Eisen.

Zum Abschneiden der Mantelflächen von Transformatorenkästen eignet sich die Knallgasflamme besser als der Lichtbogen. Wenn man versucht, mit dem Lichtbogen eine glatte Schnittlinie zu erhalten, so dauert dies erheblich länger, und auch dann ist das Resultat nicht so zufriedenstellend, wie das mit der Wasserstoffflamme erzielte.

Für das Schweißen hat der Lichtbogen den Vorteil vor der autogenen Methode, daß die Schweißstelle jede beliebige Lage im Raume haben kann, vertikal oder horizontal nach oben oder nach unten gerichtet, da bei Anwendung einer Eisenelektrode das von dieser losgelöste Metall durch den Lichtbogen mit großer Kraft gegen die Schweißoberfläche angeschleudert wird. Beim autogenen Schweißen, bei welchem ein Eisendraht in die Azetylen-Sauerstoffflamme gehalten wird, muß die Schweißstelle annähernd horizontal nach oben liegen, da die Tropfen des geschmolzenen Metalles vertikal nach abwärts fallen.

Obenstehende Tabelle gibt die Stärke des Eisenbleches, den Durchmesser der Elektrode, die Schweißgeschwindigkeit, den Stromverbrauch und die Kosten des Stromes und der Elektrode für Blechschweißung. Hiebei ist der Strom mit 15 Heller pro kWh und die Eisenelektrode mit 55 Heller pro kg gerechnet. Die Gesamtkosten pro Stunde (h) enthalten einen Arbeitslohn von K 1·50 pro h.

Rundschau.

Wasserkraftmaschinen.

Abwasserturbinen. Prof. Dr. Hans Baudisch, Wien. Die Nutzbarmachung der Austrittsenergie von Wasserturbinen kann in sogenannten Abwasserturbinen erfolgen. Bezeichnet H das Gefälle in m, c_s die Saugrohraustrittsgeschwindigkeit in m/s einer Wasserturbine, so ist die Austrittsenergie, welche bisher bei den Turbinen verloren geht $h = \frac{c_s^2}{2g}$. Je nach Bauart der Turbine, je nachdem die Turbine ein Langsam- oder Schnelläufer ist, beträgt h etwa 5 bis 15% des Gefälles H. Naturgemäß wird die Abwasserturbine hinter die eigentliche Turbine zu schalten sein, so daß als Lösungsform die Verbundturbine gegeben ist. Konstruktiv handelt es sich bei Lösung der Frage der Abwasserkraftausnutzung um die Ermittlung einer Verbundturbine, bei welcher die Gefällsteilung sehr verschieden ausfällt. Eine solche ungleiche Unterteilung des Gefälles kann erreicht werden, wenn man zwei ungleiche Turbinen hintereinanderschaltet. Es können achsiale, radiale, oder achsial-radiale Turbinen verwendet werden. Auch die Bauart der Turbinen, Wellenlage, Einbauart usw. unterliegt keiner Beschränkung; es ist nur erforderlich, daß die beiden Turbinen Vollstrahlturbinen sind. Die Gefällsaufteilung wird sich in der Weise einstellen, daß die hydraulisch kleinere Turbine den größeren Gefällsanteil, die hydraulisch größere Turbine hingegen den kleineren Gefällsanteil zu verarbeiten hat. Die theoretische Betrachtung ergibt jedoch, daß diese Ausführungsform der Verbundturbine sich nur unvollkommen zur Lösung der Frage der Abwasserkraftausnutzung eignen wird, denn wiewohl es leicht ist, Turbinen derartig verschiedenen Schluckvermögens zu bauen, daß beide Turbinen, trotzdem sie unter wesentlich verschiedenen Gefällen arbeiten, dieselbe Wassermenge verbrauchen, ist es mit großen Schwierigkeiten verbunden, die Turbinen, die unter sehr verschiedenem Gefälle arbeiten müssen, mit derselben Drehzahl laufen zu lassen. Eine wesentlich vollkommenere Lösung wird erzielt, wenn man die Anordnung der Verbundturbinen so trifft, daß die in Verbundanordnung durchströmten Turbinen mit verschiedenen Drehzahlen laufen, indem deren Wellen durch ein beliebiges Kraftübertragungsmittel, zum Beispiel durch einen Riementrieb, gekuppelt werden. Wenn $\ddot{u}$ das Übersetzungsverhältnis des Riementriebes und n_1' und n_2' die Drehzahlen der beiden Turbinenwellen sind, ergibt sich die Beziehung $\frac{n_1'}{n_2'} = \ddot{u}\sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$. Man hat nun in der Wahl der Übersetzung $\ddot{u}$ ein Mittel, die Einheitsdrehzahlen bei jedem Teilungsverhältnis des Gefälles so zu wählen, daß die in den Turbinen in Erscheinung tretenden Winkelverhältnisse sich als hydraulisch günstig erweisen müssen. Wählt man $H_1 = 4\ H_2$, so ergibt sich:

Digitized by Google

$\sqrt{\frac{H_2}{H_1}} = \frac{1}{2}$; $Q_1' = \frac{Q_2'}{2}$; $n_1' = \frac{\ddot{u}}{2} n_2'$, wobei $\frac{\ddot{u}}{2}$ jederzeit so gewählt werden kann, daß die beiden Turbinen mit bestem Wirkungsgrade arbeiten. Die Abwasserturbine kann auch als Zwillingsturbine ausgebildet werden. Bei Durchführung der Kraftübertragung auf elektrischem Wege kann der Generator der Abwasserturbine als Gleichstrommaschine mit Nebenschlußfeldwicklung, der Generator der Hauptturbine dagegen als Drehstrommaschine ausgebildet werden. Der Generator der Abwasserturbine wirkt dann nicht nur als Erregermaschine des Generators der Hauptturbine, sondern er speist beispielsweise das Netz für die Innenbeleuchtung des Kraftwerkes. Um die Abwasserturbine billiger zu gestalten, kann man dieselbe auch unmittelbar an die Hauptturbine anschließen. Die Regelung kann entweder auf die Hauptturbine beschränkt oder auch auf beide Turbinen ausgedehnt werden. Im letzteren Falle sind die Regelgetriebe beider Turbinen in der Weise zu kuppeln, daß beide Turbinen gleichzeitig und gleichsinnig geregelt werden, wodurch die Gefällsteilung auch bei geänderter Beaufschlagung nach Tunlichkeit aufrecht erhalten wird. Bei elektrischer Kraftübertragung kann die Regelung durch Veränderung des Vorschaltwiderstandes der Nebenschlußfeldwicklung des Generators der Abwasserturbine erzielt werden, wobei die Widerstandsregelung in zwangläufige Verbindung mit dem Regelgetriebe der Turbine gebracht werden müßte. Die Hauptturbine wird zumeist als Preßstrahlturbine ausgeführt, und zwar als Langsamläufer bei Hochdruckanlagen, als Schnelläufer bei Niederdruckanlagen. Die Nebenturbine wird stets bedeutend schnellaufender ausgeführt als die Hauptturbine. Man gelangt bei der Berechnung auf ein Verhältnis $\frac{n_{s_1}}{n_{s_2}} = 0{\cdot}4$ bis $0{\cdot}8$.

Die Abwasserturbine wird vorteilhaft als Saugstrahlturbine ausgeführt, insbesondere bei Niederdruckanlagen. Durch die Anordnung einer Abwasserturbine ist in der Regel ein Kraftgewinn von 5 bis 10% erzielbar. Dies zeigt der Verfasser an einem Beispiel für $H = 110$ m und $Q = 1900$ l/s. Der Kraftgewinn der Abwasserturbine beläuft sich auf 88 PS die Gesamtleistung der Anlage auf 1988 PS. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage würde $\eta = 0{\cdot}85$ betragen. Die Mehrleistung von 88 PS würde nur den Kostenaufwand für die Abwasserturbine erfordern, ohne irgend welche Erhöhung der Kosten der Hauptturbine und des Baues nach sich zu ziehen.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen 1918, Nr. 16, 17, 18.)

Meßapparate und Meßmethoden.

Einrichtung und Betrieb moderner Maschinenprüffelder. E. Philippi. Die Aufgabe des Prüffeldes ist die Prüfung der Maschinen auf ordnungsmäßiges gutes Arbeiten und die Untersuchung, ob allgemeine und besondere Vorschriften und Garantien eingehalten sind. Die Prüffelder sollen zweckmäßig zu den Werkstätten liegen, Krane und Schienenstränge sollen den Transport der Maschinen erleichtern, Roste und Spannschienen die Montage der letzteren ermöglichen. Das Prüffeld ist in ein solches für große und in eines für kleine Maschinen zu teilen. Zum Ausblasen von Staub muß ein Anschluß an Druckluftleitungen, für Kühlung ein Wasseranschluß, zum Nachbearbeiten mittels Bohrer ein Anschluß an Stromleitungen vorgesehen sein. Es soll Gleichstrom und Drehstrom von allen gebräuchlichen Spannungen zur Verfügung stehen. Als primäre Drehstromspannung für große Maschinen soll 3000 V vorhanden sein, so daß man auch 5000 V-Motoren in Dreieckschaltung zum Temperaturlauf anschalten kann; andere Spannungen sind durch Transformatoren mit verstellbarem Übersetzungsverhältnis zu erzeugen. Zur Spannungseinstellung empfehlen sich Potentialregler mit Einstellung von Hand aus oder durch Motoren mit Druckknopfsteuerung. Drehstrom mit einer von der normalen (50 oder 25 Per/s) abweichenden Periodenzahl erzeugt man in Motorgeneratoren, wobei man die Tourenzahl des Antriebs-(Gleichstrom-)Motors durch Nebenschlußregelung oder durch Anschluß an verschiedene Gleichstromspannungen ändert und so die erzeugten Periodenzahlen in weiten Grenzen zu verändern vermag. Die Regelung der Umformer — es sollen mindestens zwei vorhanden sein — muß von besonderen Schalttafeln erfolgen. Für die Prüfung kleiner Maschinen genügt der Anschluß an 500 (525) V, andere Spannungen lassen sich mittels Transformatoren in Sparschaltung erzielen. Einphasenstrom wird aus einer Phase des Drehstromnetzes entnommen. Zweiphasenstrom durch Scottsche Schaltung erzeugt. Gleichstrom wird mittels Drehstrom-Gleichstromumformer in Parallelschaltung mit Akkumulatorenbatterien erzeugt, die Abzweigungen zur genauen Spannungseinstellung erhalten. Einfacher und billiger ist es, mehrere Motorgeneratoren (und zwar immer ein Asynchronmotor mit zwei Gleichstrommaschinen gekuppelt) gleichstromseitig in Reihe zu schalten; mit Gleichstromdynamos (Nebenschlußmaschinen mit Wendepolen) von 65, 110, 110, 110, 110, 65 V Normalspannung mit feinstufiger Spannungsregelung lassen sich alle Gleichstromspannungen erzeugen, die Maschinen sind von einem kleinen Erregerumformer aus fremd zu erregen; Höchststromausschalter mit Zeitrelais sollen gegen Überlastung schützen. Leitungen zu den Anschlußpunkten an das Netz sind als asphaltierte Bleikabel in Kanälen zu verlegen, für Anschluß an Hochspannung sollen Hochspannungskästen*) mit Verriegelung der Tür und optischer Signalanzeige vorgesehen sein. Von den Anschlußkästen oder Tafeln — letztere für Niederspannung — zu den Maschinen sind eisenbandarmierte Kabel, umklöppelte Kabel oder in Leder eingenähte oder durch Metallschlauch oder Gummischlauch geschützte Gummiaderleitungen zu verwenden. Zum Anlassen der Motoren müssen Anlasser in genügender Zahl und Größe vorhanden sin. Zur Belastung der zu prüfenden Maschinen soll eine genügende Anzahl verschieden großer Gleichstromnebenschlußmaschinen mit Wendepolen vorgesehen sein, für kleinere Maschinen Belastungswiderstände. Nebst dem nötigen mechanischen Zubehör muß für einen reichhaltigen Vorrat an Meßinstrumenten gesorgt sein. Für Durchschlagproben sind mehrere kleine Transformatoren (0·5 bis 1 kW) erforderlich, deren Primärspannung durch einen Vorschaltwiderstand einstellbar ist; sekundär ist ein statisches Voltmeter zur Spannungsmessung zu verwenden. In bestimmten Zeiträumen sind die Meßinstrumente in einer neben dem Prüffeld gelegenen Eichstation nachzueichen.

Die fertiggestellten Maschinen sind ohne Verzug zu prüfen und bei der Prüfung miteinander arbeiten zu lassen, so daß man an elektrischer Energie erspart. Ist eine Maschine zu beanstanden, so muß sie unter Angabe des Fehlers und der vorzunehmenden Änderung in die Fabrikationsabteilung zurückgeschickt werden, und zwar so oft, bis der Fehler behoben ist. Dadurch wird der Einfluß des Prüffeldes auf die Güte der Erzeugnisse sichergestellt.

(E. T. Z. 39, 1918, Heft 31.)

Elektrische Beleuchtung.

Die Erwärmung von Glühlampensockeln. Bei großen gasgefüllten Glühlampen werden die Lampensockel sehr heiß, weil sie die Wärme aus den Glasbirnen ableiten. Beim National Physical Laboratorium sind Versuche über den Temperaturanstieg von luftgekühlten und gewöhnlichen Sockeln, von Zuleitungsdrähten zu den in offenen und geschlossenen Beleuchtungskörpern eingeschlossenen Lampen angestellt worden. Man fand in den Drähten Temperaturen bis 140° C. Die Kühlung der Lampensockel hat nur wenig temperaturerniedrigende Wirkung zur Folge gehabt.

(The Electrician, 81, 1918, Nr. 19.)

Elektrische Bahnen, Fahrzeuge.

Kohleschleifstücke bei elektrischen Bahnen. D. Storjohann berichtet über die vorzüglichen Erfolge, die mit den von der Firma C. Conradty, Nürnberg, hergestellten Kohleschleifstücken für die Bügelstromabnehmer auf einigen deutschen Lokalbahnstrecken erzielt wurden. Das aus sehr harter Kohle hergestellte Schleifstück kann sich um seine Längsachse drehen, wodurch eine 50 mm breite Schleiffläche entsteht, die sich innig dem Fahrdraht anschmiegt; dadurch wird der Flächendruck herabgesetzt, die Stromabnahme verbessert und das Einlaufen von Rillen verhindert. Die früher angebrachten Schmiernuten hat man jetzt fortgelassen, weil sie sich als überflüssig erwiesen haben. Durch die Kohle wird die Fahrleitung glatt poliert, wie die Kollektoren von Maschinen durch die Kohlenbürsten. Nach den bisher erzielten Ergebnissen beträgt die mittlere Lebensdauer 70 000 bis 80 000 Wagen-km gegen 10 000 bis 11 000 beim Aluminiumschleifstück. Es hat sich ferner gezeigt, daß bei Verwendung von Kohleschleifstücken die Fahrleitung viel mehr geschont wird, selbst bei starker Stromabnahme und in den Endstationen, wo der Bügel sich selbsttätig umlegt. Die Unterhaltungskosten sind äußerst gering; gute Kohleschleifstücke laufen über ein Jahr, man muß nur nachsehen, ob die Einstellbarkeit nicht behindert ist. Bei den als verbraucht abgenommenen Schleifstücken ist noch ein guter Teil der Kohle für die Enden weiter verwendbar. Neuere Versuche an Güterzugslokomotiven, die 200 A bei 750 V aufnehmen, haben gute Erfolge ergeben, so daß man anstelle zweier Schleifbügel mit Aluminiumeinsatz einen Scherenstromabnehmer mit Kohleschleifstück verwendet. Der Verfasser meint, daß das Kohleschleifstück erst recht allgemein verwendet werden wird, wenn man die Fahrleitungen aus Aluminium oder anderen Leichtmetallen herstellen wird, weil die Aluminiumschleifstücke wegen des niedrigen Schmelzpunktes ungünstiger laufen und weil sich gleichartige Metalle bei der Bewegung übereinander stark abnutzen. Der größere Querschnitt der Aluminiumleitung hat eine Verminderung des Übergangswiderstandes und des Flächendruckes auf das Kohleschleifstück zur Folge, was eine bessere Stromabnahme als bei Kupferleitungen gewährleistet.

Über die Konstruktion eines Bügelstromabnehmers mit Kohleschleifstück gibt das D. R. P. Nr. 305 397 der Firma C. Conradty

*) E. u. M. 1917, Anzeiger, Seite 325.

Digitized by Google

in Nürnberg Aufschluß. Die elektrische und mechanische Verbindung zwischen Schleifstück und Bügel wird durch Blattfedern bewirkt, die die Drehung des sonst weiter nicht gelagerten Schleifstückes zulassen. Bei der für Scherenstromabnehmer geeigneten Bauart sitzen die Kohlenstücke 1 in Trägern 2 mit

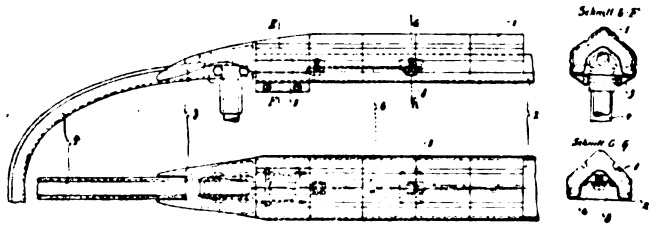


Abb. 1.

Fassungen 3, die sich an den Bügel 4 anlegen. Der Träger erhält an einem Ende ein Verschlußstück 5, an welchem Blattfedern 6 angeschraubt sind, diese werden am anderen Ende am Steg 8 des Kohlenstückes befestigt. Unter Verdrehung der beiden Federbündeln an den Enden kann sich somit das Schleifstück um seine Längsachse drehen; dadurch bleibt es in seiner Mittellage erhalten und liegt mit breiter Fläche an der Fahrleitung an.

(E. K. B. 16, 1918, Heft 24.)

Die elektrischen Bremseinrichtungen auf den Lokomotiven der Chicago, Milwaukee & St. Paul Ry. W. F. Coars beschreibt die Einrichtungen auf den Gleichstrom-Lokomotiven dieser Bahnlinie zur Rückgewinnung der Energie bei Talfahrten. Über die Wirkungsweise der Regenerativbremsung ist hier schon mehrfach berichtet worden*). Zum Zweck der Bremsung ist eine Erregermaschine vorgesehen, deren Anker *A* an die Feldwicklungen 1—4 der vier Triebmotoren angeschlossen ist. Wenn die Spannung dieser Erregermaschine höher ist als der Spannungsabfall durch die Motor-Feldwicklungen, so wird durch diese zusätzliche Erregung in den Motorankern eine Spannung erzeugt, die größer ist als die Fahrdrahtspannung und der letzteren entgegengewirkt. Die Motoren liefern dann als Generatoren arbeitend Strom in die Leitung, und durch Änderung der Erregung der Erregermaschine hat man es in der Hand, den Bremsstrom und damit die Fahrgeschwindigkeit der Lokomotive zu regeln. Ein wichtiges Glied der Bremseinrichtung bildet das Bremsrelais *R*, das eine vom Strom der Erregermaschine durchflossene Hauptstrom- und eine diese unterstützende, durch den Bremskontroller *B* geregelte Nebenschlußwicklung besitzt. Der Relaisanker spielt entgegen einer Federkraft zwischen zwei feststehenden Kontakten; durch jeden derselben kann eine von zwei magnetischen Kupplungen *M* eingeschaltet werden, durch welche ein ständig umlaufender Hilfsmotor mit dem Schaltarm eines Widerstandes *W* im Erregerkreis *E* der Erregermaschine gekuppelt wird, so daß der Schaltarm in der einen oder anderen Richtung verdreht wird. Die Feder zieht den Relaisanker normal in jene Stellung, in welcher Widerstand ausgeschaltet wird. Die Spannung der Erregermaschine und der von ihr gelieferte Strom steigt somit an. Das Relais zieht zufolge der Wirkung der Stromwicklung den Anker an, so daß der Schaltarm des Widerstandes stehen bleibt. Wenn der Strom

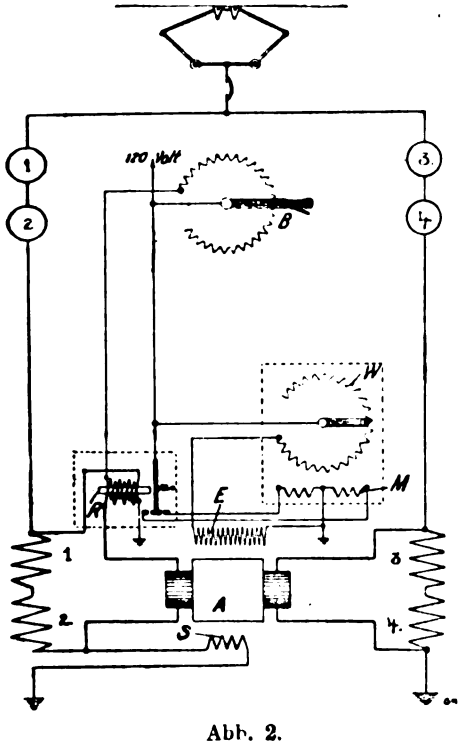


Abb. 2.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 235, 405.

weiter ansteigt, so wird durch den Relaisanker die zweite Kupplung erregt und somit der Schaltarm in eine die Erregung schwächende Stellung des Widerstandes gebracht. Durch den Bremskontroller *B*, der auf die Nebenschlußspule des Relais wirkt, wird die Wirkung der Hauptstromspule verstärkt. In der ersten Stellung derselben ist dieser Strom im Maximum; bei der weiteren Verstellung nimmt der Strom immer mehr ab, geht durch 0 hindurch und wirkt endlich der Hauptstromwicklung des Relais entgegen. Auf diese Weise wird die Wirkung der Hauptstromwicklung und somit die gesamte Bremswirkung von Hand aus durch den Motorführer den durch die Fahrgeschwindigkeit, die Fahrdrahtspannung, den Steigungsverhältnissen gegebenen Bedingungen angepaßt. Die Erregermaschine erhält auch eine vom Hauptstrom durchflossene, der Nebenschlußwicklung entgegenwirkende Erregerwicklung *S*, die eine dämpfende Wirkung gegenüber starken Spannungsschwankungen ausüben soll. Wenn beim Bremsen der Fahrdraht Erdschluß erhält, so werden durch ein Überlastungsrelais die Motoren abgeschaltet und ihre zusätzliche Felderregung vernichtet. Wenn andererseits der Fahrdraht reißt, oder der Stromabnehmerbügel abspringt, so daß die Spannung der Motoren zu hoch ansteigt, so werden sie durch ein Überspannungsrelais abgeschaltet. Wenn irgend eine Störung in der elektrischen Bremseinrichtung eintritt, so hat diese auf die Antriebseinrichtung der Lokomotive nicht den geringsten Einfluß. Soll nicht gebremst werden, so dient die Erregermaschine zum Laden der Beleuchtungsbatterien. Sie wird von demselben Motor angetrieben, welcher den Ventilator zur Lüftung der Lokomotivmotoren betätigt. Bei Parallelschaltung der letzteren sind acht Motoren von je 1500 V in vier Gruppen zu je zwei in Reihe zwischen Fahrdraht und Schiene geschaltet. Die Bremse kann zwischen 25 und 40 km/h Fahrgeschwindigkeit wirken. Bei der Reihenschaltung der Antriebsmotoren sind die acht Motoren in zwei Gruppen zu vier geschaltet, dann kann bei der halben Geschwindigkeit gebremst werden. Die Bedienung der Bremsapparate erfordert für den Lokomotivführer keine größere Geschicklichkeit als wie die Bedienung der Luftbremsen. Der Verfasser beschreibt das Zusammenarbeiten der elektrischen Bremse und der Luftbremse und gibt an der Hand eines Profils der drei Höhenzüge überschreitenden Strecke die Betriebserfahrungen mit der elektrischen Bremsung dieser großen Lokomotiven an. (Gen. El. Rev. 1918, Bd. 21, Nr. 6.)

Telegraphie und Telephonie.

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Bestimmung der Wählerzahl in automatischen Fernsprechämtern. Von T. Engset, Kristiania.

Zur Bestimmung der Wähleranzahl in automatischen Fernsprechämtern unter der Voraussetzung bestimmter Verkehrsstärken ist bereits verschiedentlich die Wahrscheinlichkeitsrechnung herangezogen worden. In der vorliegenden Arbeit wird vorerst der Teilnehmerverkehr einer wahrscheinlichkeitstheoretischen Untersuchung unterzogen und hierauf für das Zusammentreffen von zeitlich sonst nicht zusammenfallenden Ereignissen eine Formel abgeleitet. Diese ist aber für die Druchführung von Berechnungen zu unbequem, insolange als ungleiche Dauer für die einzelnen Ereignisse angenommen wird. Unter der Voraussetzung, daß auf jeden Teilnehmer annähernd die gleiche Sprechdauer entfällt, nimmt sie jedoch eine einfache, leicht anwendbare Form an. Mit ihrer Zuhilfenahme sind verschiedene Berechnungen durchgeführt worden, die nach den vorgeführten Schaulinien in guter Übereinstimmung mit Erfahrungswerten stehen.

(E. T. Z. 39, 1918, Heft 31.)

Elektrochemie, Akkumulatoren, galvanische Elemente.

Depolarisation in galvanischen Elementen. Ch. Féry zeigte, daß es möglich ist, die Kohlenelektrode der galvanischen Elemente mittels Luftsauerstoff zu depolarisieren. Der Kohlenstoff spielt dabei die Rolle eines Katalysators zwischen dem in der Erregerflüssigkeit gelösten Sauerstoff und dem auf der Elektrode sich abscheidenden Wasserstoff. Die depolarisierende Wirkung der Kohle hängt von ihrer Beschaffenheit ab; die Porosität und die Reinheit sind von großem Einfluß. Einige Salmiaksorten, mit Spuren von Eisen und Blei, „vergiften" vollständig die Elektrodenkohle. Die Société Gallot et Cie. hat auf Grund von Versuchen eine Kohlenelektrode für ökonomische Elemente geschaffen. Ein Féry-Element lieferte zum Beispiel während 16 Wochen eine konstante Stromstärke von 20·8 mA, wobei die Klemmenspannung sich nur von 0·9 auf 0·6 V änderte. Das Element enthielt 100 g Salmiak in 1 l Wasser; das Gewicht des Zinkes betrug 77 g, das nach 60·5 Ah wieder ersetzt werden mußte. Für 1 Ah wurden 1·27 g Zink und etwa 1 g Salmiak verbraucht. Da das sonst als Depolarisator benutzte reinste Mangansuperoxyd ziemlich selten ist, so verdient das Féry-Element Beachtung. (La Technique Moderne 1918, Heft 3.)

Digitized by Google

Elektrische Öfen, Heizung, Elektrometallurgie.

Elektromagnetischer Erzscheider. Von der Rapid Magneting Machine Co. wird ein elektromagnetischer Erzaufbereiter angegeben, der in Abb. 3 in Aufriß und Grundriß dargestellt ist. Die Maschine besteht aus einem breiten Riemen auf dem das eisenhältige Erz links aufgeschüttet wird und der sich in der Richtung nach rechts oberhalb der Elektromagnete *N S* bewegt. Über dem laufenden Riemen sind zwei Eisenscheiben von einem Durchmesser größer als die Riemenbreite gegeneinander umlaufend angebracht, und zwar in solcher Lage im Magnetfeld, daß die erste Scheibe weniger, die zweite stärker magnetisch wird. Die stark magnetischen Bestandteile des Erzes werden somit von der ersten Scheibe *A B* angezogen und über den Riemen hinaus abgeschleudert. Dort werden also, bei *E*, bloß Eisenteilchen ausgeschieden. Die zweite Scheibe *C D* ist stärker magnetisch; sie vermag also die schwächer magnetischen Teilchen anzuziehen und herauszuschleudern. So bilden sich aus dem zu scheidenden Erz vier Stufen, verschieden stark magnetische Bestandteile enthaltend, also verschieden stark eisenhältige Mengen *E*, 1, 2 und 3. Man kann natürlich mehrere Magnete und mehrere Scheiben anordnen und dadurch eine feinere Unterteilung des Erzes erzielen. Der auslaufende Riemen führt dann das taube Gestein ab. (The Electrician, Bd. 81, Nr. 18, 1918.)

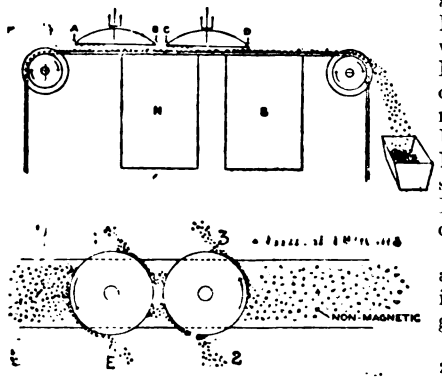


Abb. 3.

Magnetismus- und Elektrizitätslehre, Physik.

Über Superkonduktoren oder Überleitern werden neuere Versuche bekannt. Damit hat H. Kammerlingh-Onnes den Zustand der Metalle unter 4·2° abs. bezeichnet, bei der ihr Widerstand verschwindet*). In einem unter der kritischen Temperatur abgekühlten, außerordentlich dünnen Quecksilberfaden von 1 m Länge wurde ein Strom von 1000 A pro mm² Querschnitt gesendet, ohne daß eine merkliche Spannungsdifferenz an seinen Enden auftrat oder die geringste Erwärmung beobachtet wurde. Das Überschreiten einer bestimmten Stromdichte hat jedoch dieselbe Wirkung wie das Unterschreiten der kritischen Temperatur zur Folge. Denn zu hohe Stromdichte hat eine geringe Erhöhung des Widerstandes, mithin das Auftreten von Joulescher Wärme zur Folge, was wieder eine Widerstandssteigerung bedingt. Es bestand die Absicht, aus Überleitern Spulen für starke Felder zu erzeugen. Aus Bleidraht von 0·1 mm Stärke wurde eine eisenfreie Magnetspule von 1 *cm* Durchmesser und Länge hergestellt. Beim Überschreiten einer gewissen kritischen Feldstärke die für Bleidraht 1 Kilo-Gauß bei 1·8° abs. betrug, wurde aber der gewöhnliche Widerstand des Bleidrahtes erreicht und Wärme im Leiter entwickelt. Je weiter unter die kritische Temperatur gegangen wurde, desto höher war die kritische Feldstärke. In einem aus Superkonduktoren gebildeten Stromkreis gelingt es, einen wirklich ungedämpften Strom zu erzeugen, einen Dauerstrom ohne verursachende Spannung bezw. Energiezufuhr. Bei dem Versuch wurden die Enden einer Bleispirale autogen verschweißt, der Ohmsche Widerstand (Mikroresidualwiderstand) war bei 1·8° abs. $0{\cdot}5 \cdot 10^{-13}$ des Widerstandes bei normaler Zimmertemperatur (736 Ω). Die Spule befand sich in einem Kryostaten und war einem Magnetfeld von 200 Gauß ausgesetzt. Wurde letzteres plötzlich zerstört, so wurde in der Spirale ein Strom induziert, der — wie man aus Vergleichsmessungen an der Ablenkung einer Magnetnadel erkannte — 0·4 bis 0·6 A betrug. Der Strom nahm um 1% pro h ab, so daß man mit einem Dauerstrom von 4 Tagen rechnen konnte. Sobald die Spirale aus dem flüssigen Helium herausgenommen wurde, verschwand die Erscheinung augenblicklich. Man hat dann untersucht, wie sich der Superkonduktor bei Einwirkung einer EMK wechselnder Richtung verhält: Ein unter der kritischen Grenze liegendes Magnetfeld wurde der Spirale rasch genähert und wieder entfernt; die beiden induzierenden Wirkungen hoben sich bis auf einen Rest auf. Dasselbe hat man dann mit einem den doppelten Strom erzeugenden starken Feld versucht; der beim Entfernen auftretende Strom hat erst den beim Nähern induzierten vernichtet, sodann wurde ein Strom entgegengesetzt der ersten Richtung von annähernd der kritischen Stromstärke induziert. Bei einem anderen Versuche wurden die beiden Zuleitungen eines ballistischen Galvanometers beiderseits der Schweißstelle der Spirale befestigt. Der Einwirkung eines induzierenden Feldes ausgesetzt, brachte die Spirale eine Magnetnadel zur Ablenkung. Dann wurde die Schweißstelle zwischen den Anschlußdrähten durchschnitten, dabei ging die Nadel in die Ruhelage, das Galvanometer machte einen einmaligen kräftigen Ausschlag, weil der Strom aus dem superkonduktiven Kurzschluß in den gewöhnlichen Widerstand des Galvanometers geleitet wurde und dort augenblicklich verschwand.

(Schweiz. E. T. Z. 15, 1918, Heft 35.)

*) Vgl. E. u. M. 1914, Seite 824.

Wirtschaftliches.

Die Statistik in der industriellen Unternehmung. Dr. A. Calmes. In modernen Betrieben macht sich neben der Buchhaltung und Kalkulation das Bedürfnis nach systematischer Statistik immer mehr geltend. Zunächst dient die Statistik als Ergänzung der Umsatz- und Unkostenberechnung in der Buchhaltung, sodann bei der Kalkulation die Absatz- und Produktionsstatistik, die Statistik des Rohstoffverbrauches, der Einkaufspreise, endlich die Arbeiter- und Lohnstatistik.

Bei der Organisation der statistischen Abteilung entsteht die Frage, ob der Dienst „zentralisiert oder dezentralisiert" werden soll. Als Vorteile des „zentralisierten statistischen Dienstes" namentlich in Großbetrieben gelten: Ersparnis an Zeit und Arbeitskraft, planmäßige Verarbeitung des statistischen Materials durch ein hiezu geeignetes Organ, volle Verwertung und Kontrolle des verfügbaren Materials. Die Tätigkeit der statistischen Abteilung umfaßt neben der Überwachung, Gewinnung und Bearbeitung des statistischen Materials auch dessen wissenschaftliche Verwertung. Die Angliederung der selbständigen statistischen Abteilung kann als besonderes Büro in das Ressort der Rechnungsführung erfolgen oder unmittelbar an die Direktion (Sekretariat) angegliedert werden, als wichtiger und vertraulicher Teil der Geschäftsführung. Zu den Aufgaben des zentralisierten statistischen Büros gehört auch die Beaufsichtigung der Niederlassungen und Erteilung von Direktiven an dieselben.

Der angegliederte oder dezentralisierte statistische Dienst wird in kleineren Betrieben empfohlen, und zwar: 1. im Anschluß an die Betriebsbuchhaltung; 2. an das Sekretariat oder 3. durch die Schaffung einer eigenen volkswirtschaftlichen Abteilung, welcher der Verkehr mit der Presse, den Behörden, Vereinen, Wohlfahrtseinrichtungen und -kassen obliegt. Als letzte oder vierte Form der Angliederung kommt das literarische Büro in Betracht, welches neben der Überwachung aller Veröffentlichungen und Zirkulare bezw. Nachrichten an eigene Vertreter den statistischen Dienst mitzuführen hätte. (E. T. Z. 39, 1918, Heft 43.)

Literatur-Bericht.

Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik für Unterricht und Praxis. Von Rudolf Krause, Ingenieur. Dritte verbesserte Auflage. Mit 349 Textfiguren. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer (Preis geb. Mk. 8.—).

Die im Jahre 1913 erschienene zweite Auflage des kleinen Werkes hat seinerzeit in dieser Zeitschrift*) eine kurze anerkennende Besprechung gefunden; es wurden besonders die weitgestreckten Grenzen des behandelten Stoffes und die Reichhaltigkeit des Inhaltes hervorgehoben, da in dem Buche fast alle Gegenstände der Elektrotechnik berührt werden. Die nun vorliegende dritte Auflage, welche nach dem Tode des Verfassers von Prof. H. Vieweger herausgegeben wurde, hat keine wesentlichen Veränderungen erfahren und weist nur einige neue Einfügungen auf. Das Buch ist als eine erste Einführung in die Elektrotechnik zu bezeichnen; nach des Verfassers Worten ist es bestimmt, allen, welche die Elektrotechnik als Beruf ergreifen wollen, eine möglichst klare Vorstellung der Vorgänge in elektrischen Apparaten und Maschinen zu geben. Die Darstellung ist im allgemeinen auch für Laien hinreichend verständlich, wenn man von wenigen Stellen absieht; Vorkenntnisse, insbesondere mathematische, werden nicht vorausgesetzt, von Formeln ist nur sehr bescheidener Gebrauch gemacht. Ableitungen sind vollkommen vermieden; vielmehr werden durch meist recht geschickte Überlegungen und Betrachtungen selbst verwickeltere Vorgänge deutlich gemacht und die Ergebnisse in anschaulicher Weise hergeleitet.

Die zahlreichen Abbildungen nach eigenen, für das Buch angefertigten Zeichnungen, erfüllen ihren Zweck in der Regel sehr gut, um das Wesentliche herauszuheben und im Leser richtige Anschauung der Wirkungsweise der einzelnen Teile hervorzurufen.

* E. u. M. 1913, Heft 31, Seite 670.

Digitized by Google

In den zwölf Kapiteln des Buches werden zuerst die Grunderscheinungen des elektrischen Stromes, dann die Begriffe von Stromstärke, Spannung, Widerstand, Leistung usw. bei Gleich- und Wechselstrom erörtert, es folgen die Erzeugungsarten des Stromes (Induktion, galvanische Elemente, Akkumulatoren) und die Besprechung einer größeren Zahl elektrischer Meßinstrumente; hieran reihen sich die Stromerzeuger und die Motoren für gleichgerichtete und wechselnde Ströme, sowie die Transformatoren; weiters ist ein Kapitel den Schaltern, Sicherungen und Schutzvorrichtungen und eines der elektrischen Beleuchtung gewidmet. Den Schluß bilden die Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen, wo auch die elektrischen Bahnen Erwähnung finden. Aus dieser Aufzählung mag ersehen werden, auf welch weitem Umfang die Behandlung des Gegenstandes sich ausdehnt. Manche Besonderheiten sind angeführt, die für eine Einführung in die Elektrotechnik entbehrlich scheinen und dem Anfänger auch kaum verständlich sein dürften, wie zum Beispiel der selbsttätige Apparat der Westinghouse Co. zum Parallelschalten von Wechselstrommaschinen (S. 285), dessen Zeichnung (Abb. 329) überdies viel zu wünschen übrig läßt. In der Einleitung, die auch einen kurzen Überblick der geschichtlichen Entwicklung der Elektrizitätslehre zu geben versucht, finden sich Behauptungen, denen nicht zugestimmt werden kann; so gilt Arago und nicht Örsted als Entdecker der Magnetisierung des Eisens durch den galvanischen Strom (S. 2), und die erste Bogenlampe wurde nicht durch Jablochkoff 1876 eingeführt. Der Physiker, „dessen Name dem Verfasser abhanden gekommen ist", soll wohl der Berliner Meteorologe H. Dove sein (S. 7); es ist aber dabei die Wärmestrahlung vergessen worden, die von dem stets rascher schwingenden Stabe vor der Lichtstrahlung ausgeht. Die Ansicht, daß bei dem Thomsonschen Nebelbildungsversuche durch Bestrahlung mit Röntgenstrahlen die Elektronen direkt durch das Glas eingedrungen seien, ist unrichtig (S. 8).

Gar manche Härten und Schwerfälligkeiten in der Ausdrucksweise wären leicht zu beseitigen gewesen. Die Druckfehler aus der zweiten Auflage sind sämtlich in die dritte übernommen worden (wie S. 185, 188, 253, 254), gelegentlich ist noch ein neuer dazugekommen (wie S. 47) oder die störende Verwechslung der Zeichnungen Abb. 186 und 187 auf S. 169. Einige Unrichtigkeiten oder wenig glückliche Sätze, wie S. 34, wo gesagt wird, daß der Strom in der kurzen Zeit „sich nicht voll entwickeln" könne, oder S. 94, wo von „Augenblickswerten" die Rede ist, welche die Instrumente anzeigen, ferner S. 192, die ungleiche Geschwindigkeit des Drehfeldes beim Anlaufen des Einphasenmotors betreffend, sind auch in der neuen Auflage stehen geblieben. Wenn (S. 82) bei der Luftdämpfung von einem „gebogenen Luftzylinder" gesprochen wird, „dessen Deckel entfernt ist", so muß dies mindestens als ein ungewöhnlicher Ausdruck bezeichnet werden. Die Mehrzahl von Watt heißt auch nicht „Watte", wie S. 205 zu lesen ist.

Solche Versehen und Unzukömmlichkeiten hätten bei sorgfältiger Revision nicht unterlaufen sollen, und es ist zu bedauern, daß dadurch der Wert des Werkes ein wenig beeinträchtigt erscheint; das seiner ganzen Anlage nach treffliche Büchlein (295 S.) hätte die aufmerksamste Durchsicht verdient, umsomehr, als es im Titel „verbesserte" Auflage heißt.

Immerhin enthält das Buch so viel Gutes und Richtiges, daß es, gleich seinen Vorgängern, allen, welche dasselbe verständnisvoll durchnehmen, reichlich Nutzen und Belehrung bringen kann, was wir auch von der neuen Auflage aufrichtig wünschen.

Ettingshausen.

Wärme—Kraft—Licht. Eine dringend notwendige Reform. Tatsachen, Beurteilungen, Probleme und Anregungen aus dem Gebiete der Erzeugung und Verwendung von Wärme, Kraft und Licht. Von Dr. Wilh. A. Dyes. Berlin 1918, Carl Heymanns Verlag (Preis Mk. 3·60).

Der Verfasser der vorliegenden Schrift hat im Jahre 1917 in der „Chemiker-Zeitung" und der Zeitschrift „Glückauf" Vorschläge zur Gründung einer reichsdeutschen Wirtschaftszentrale für Brennstoffe gemacht. Das aus diesem Anlaß und seither von ihm gesammelte Material an statistischen Erhebungen und Beurteilungen der bisherigen Verfahren der Kohlenwirtschaft durch Fachleute und Volkswirte, sowie an neu gewonnenen Gesichtspunkten und daraus erkannten Möglichkeiten findet sich in der vorliegenden Schrift in 31 Kapiteln auf 81 Seiten zusammengetragen und stellenweise kritisch verarbeitet. Die Schrift bildet einen schätzbaren Beitrag zu einer der wichtigsten Fragen der Gegenwart und Zukunft. *F. K.*

Die Heizerschule. Vorträge über die Bedienung und die Einrichtung von Dampfkesselanlagen mit einem Anhang über Niederdruckkessel für Heizungsanlagen. Von F. O. Morgner, königlichem Gewerbeinspektor, Leiter der Heizerkurse in Chemnitz. Zweite umgearbeitete und vervollständigte Auflage. Mit 158 Textfiguren. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer. (Preis geb. Mk. 6.—).

Das vorliegende, 204 Seiten starke Buch genügt nur recht bescheidenen Ansprüchen. Es enthält, wie im Vorwort bemerkt ist, im wesentlichen die Vorträge, die der Verfasser als Leiter eines Heizer- und Maschinistenkurses in Chemnitz gehalten hat. Die eingeschalteten 158 Textfiguren sind den verschiedensten Quellen entnommen, daher hinsichtlich der Ausführung, des Maßstabes und der Deutlichkeit sehr ungleich. Auch der Text läßt viel zu wünschen übrig. Beispielsweise seien folgende Stichproben angeführt. Aus dem II. Kapitel über die Verbrennungsvorgänge: „Während der Sauerstoff für die Verbrennung unentbehrlich ist, brennt der Stickstoff überhaupt nicht." . . . „Der Schwefel verbindet sich beim Verbrennen mit dem Sauerstoff der Luft zu schwefliger Säure, die für den Heizwert der Kohle ohne Belang ist, sich aber mitunter durch ihre Schädlichkeit für die Umgebung der Kesselanlage bemerkbar macht." Aus dem VII. Kapitel, das die Verfahren zur Kesselsteinverhütung behandelt: „Die Soda und der Kalk werden in Wasser gelöst und gleichzeitig mit dem Kesselspeisewasser in dem Kessel gespeist." Das Buch schließt mit der Bemerkung, daß Fremdwörter-Erläuterungen und Sonstige Ausrüstungsteile für Dampfanlagen im Leitfaden „Der Maschinistenkursus" behandelt sind. *F. K.*

Theorie des Riementriebs. Von Dr. Ing. Wilh. Stiel. Verlag von J. Springer, Berlin 1918. 205 S., 137 Textfig. — Der Verfasser hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, die auf diesem Literaturgebiete bestandene Lücke, die Triebe auch bei verschiedenen Geschwindigkeiten und konstantem Drehmoment zu untersuchen, auszufüllen und damit einem Problem näherzutreten, das für viele Industrien — insbesondere zum Beispiel für die Papierfabrikation — von großer Wichtigkeit ist. Die Fragen der Reibung zwischen Riemen und Scheibe, die Bestimmung der Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften des Riemenleders und die Ermittlung der Verluste beim Riementrieb werden mit großer Sorgfalt teils auf der Grundlage sicherer Versuchsergebnisse, teils hypothetisch behandelt und schließlich einige Grundsätze für die Dimensionierung auszuführender Riementriebe entwickelt. Hiebei wurde ein besonderes Gewicht auf ein gründliches Studium vorangegangener Literatur gelegt, das den Verfasser zu dem Schlusse führt, daß eine genaue Untersuchung des Verhaltens der Riementriebe nur möglich ist, wenn die bisherige Wirkungsgradforschung verlassen und dafür eine Untersuchung der Verluste vorgenommen wird; letztere werden nach den Quellen, von denen sie herrühren, systematisch behandelt. Dem eigentlichen Werk, das von zahlreichen graphischen Darstellungen belebt wird, ist ein Anhang, der eine kritische Beleuchtung früherer Arbeiten (Taylor, Kammerer) enthält, und ein Literaturverzeichnis beigeschlossen, so daß das vorliegende Buch auch vom Standpunkt der retrospektiven Behandlung des bearbeiteten Themas nicht bloß als eine aufschließende, sondern auch zur weiteren Forschung aneifernde Arbeit einzuschätzen ist. *R—n.*

Patentberichte aus dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

(Übersicht aus der Patentliteratur des In- und Auslandes.)

Elektrische Heiz- und Kochapparate.

Elektrische Heizkörper und Heizvorrichtungen.

Von der Thermos-Akt.-Ges. in Berlin wird ein Verfahren zur Herstellung elektrischer Heizwiderstände angegeben, bei dem eine dünne, leitende Graphitschicht auf einem Isolierträger, zum Beispiel einem Glimmerstreifen, in der Weise befestigt wird, daß zunächst ein Borax enthaltender Überzug mit dem Isolierträger durch Einbrennen verbunden, dann fein verteilter Graphit auf den Überzug gestrichen und nach Aufbringen eines zweiten boraxhaltigen Überzuges eingebrannt wird. Der zweite Überzug kann auf einem Isolierstreifen, der zum Abdecken der Graphitschicht des ersten Isolierstreifens dient, eingebrannt sein und beide Isolierstreifen können miteinander zu einem Ganzen fest verbunden werden. (D. R. P. Nr. 298 669.)

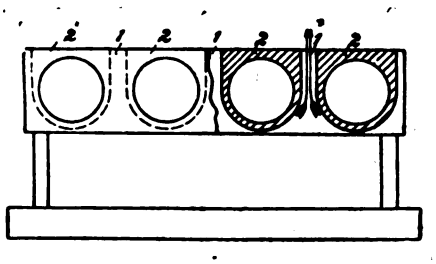


Abb. 1.

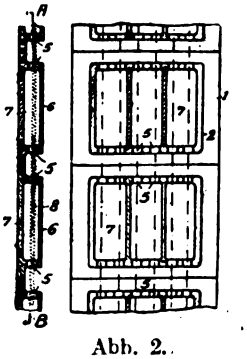


Abb. 2.

Digitized by Google

Von derselben Firma wird ein elektrischer Heizkörper angegeben, bei welchem ein biegsamer Isolierkörper, zum Beispiel Glimmer, mit einer Asbestschicht bedeckt, darauf der Widerstandsdraht aufgewickelt und dann der erhaltene Körper unter Druck gesetzt wird, wobei der Widerstandsdraht in die Asbestschicht eindringt, was jede Verschiebung des Drahtes verhindert. (Schweiz. P. Nr. 75 421.)

Eine Erfindung der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Siemensstadt bei Berlin betrifft eine elektrische Koch- und Heizplatte (Abb. 1), bei der mehrere nebeneinanderliegende, zum direkten Aufsetzen eines Kochgeschirres dienende, im Inneren die Heizelemente enthaltende Heizkörper 2 mit Zwischenräumen 1 aneinander gereiht sind, so daß bei Entfernung des Kochgeschirres ein verstärkter Luftzug durch die frei gewordenen Kanäle herbeigeführt und dadurch eine Überhitzung der Heizelemente vermieden wird. (D. R. P. Nr. 301 411.)

Bei einem von Otto Andres Vater in Aarau gebauten Kachelofen mit elektrischer Heizung (Abb. 2) sind in den gegenüberliegenden Seiten jedes Kachelstumpfes 2, der gegen das Ofeninnere durch eine Platte 6 abgedeckt ist, Löcher 5 vorgesehen, die paarweise miteinander und mit den Löchern der benachbarten Kachelstumpfe Durchlässe bilden, in welche die Heizwiderstände 8 eingeführt sind, so daß die Widerstände in den Ofen gebracht, bezw. aus demselben entfernt werden können, ohne den Ofen abtragen zu müssen. (Schweiz. P. Nr. 73 071.)

Amin Aaly Al Omari in Bern beschreibt ein elektrisches Plätteisen, bei welchem durch entsprechende Ausbildung des zugehörigen Rostes und der Befestigungsschrauben für den Plätteisengriff der Körper des Plätteisens mit der Plättfläche nach oben gerichtet aufgestellt werden kann, um diese als Heizplatte gebrauchen zu können. (Schweiz. P. Nr. 74 214.)

Arthur Francis Berry in Ealing baut einen elektrischen Heizkörper in der Weise, daß ein blanker, dünner Metalldraht in der Querrichtung zwischen seitlichen Isolierträgern gespannt wird, so daß sich ein nach aufwärts erstreckendes Gitterwerk von kleiner Masse ergibt, um welches und gegen welches die Luft unter Vermittlung von geeigneten Schirmen nach oben geleitet wird, so daß die aufwärts strömende Luft den rotglühenden Widerstandsdraht an verschiedenen Stellen in verschiedenem Maße kühlt und der Heizkörper nicht nur einen leuchtenden Effekt ergibt und Wärme ausstrahlt, sondern auch den Eindruck von aufwärts strömenden Flammen hervorruft. (Schweiz. P. Nr. 74 418.)

Eine Erfindung des Adolph Rittershausen in Kassel bezieht sich auf einen in einen außen isolierten Wasserbehälter einzusetzenden rohrförmigen elektrischen Heizkörper (Abb. 3), in welchem unter Belassung eines geringen Zwischenraumes ein mit Isoliermasse *d* gefülltes Einsatzrohr *e* angeordnet ist, welches das Heizrohr *a* oben dicht abschließt und an seinem unteren Ende einen in ein Ölbad *b* tauchenden, auf einem Isolierkörper *i* aufgewickelten Widerstandsdraht *c* trägt; die Zuleitungen *g* sind durch das Rohr *f* geführt. Der enge Ringraum um das Heizrohr herum dient zur Kondensation der sich aus dem Ölbad entwickelnden Dämpfe. *k* ist eine Wärmeschutzmasse. (Schweiz. P. Nr. 75 322.)

Cassian Knaus in Basel gibt eine elektrische Heizvorrichtung an, die aus einer dünnen nichtmetallischen, zwischen zwei übereinanderliegenden Preßplatten aus Eternit fest eingeschlossenen Widerstandsschicht aus Graphit besteht. (Schweiz. P. Nr. 75 532.)

Eine Erfindung des Alex. Aebischer in Meiringen betrifft ein Verfahren zur Herstellung von elektrischen Heizkörpern in der Weise, daß Talkstücke, insbesondere Abfalltalkstücke, zu Mehl verrieben und mit Wasser zu einem Brei gerührt werden, der in eine Form gestampft, gepreßt und getrocknet wird, worauf in den entstandenen Körper die mit einer Schnur an einen Stecker anzuschließenden Widerstände eingesetzt werden. Schweiz. P. Nr. 75 854.)

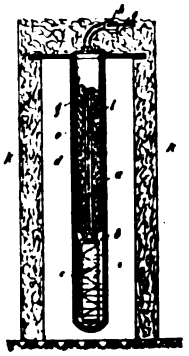


Abb. 3.

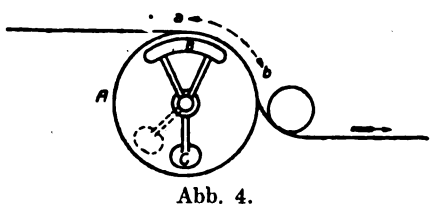


Abb. 4.

Die Maschinenfabrik Oerlikon in Oerlikon baut eine elektrisch geheizte Walze (Abb. 4), bei welcher der Heizkörper *B* im Innern der Walze *A* um die Achse derselben drehbar gelagert und durch ein Gegengewicht *C* in einer bestimmten, trotz der Walzendrehung im Raume feststehenden Lage gehalten wird. (Schweiz. P. Nr. 77 214.)

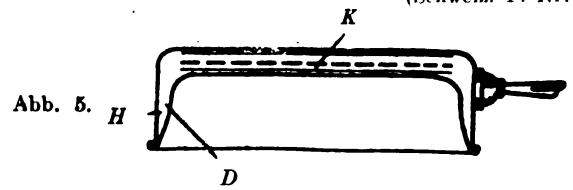


Abb. 5.

Maria Elisabeth Albrecht, Ilse Albrecht und Nora Albrecht in Frankfurt a. M. beschreiben einen insbesondere als Heiz- und Herdplatte zu verwendenden elektrischen Heizuntersatz (Abb. 5), der aus zwei ineinander gestülpten, nur an den unteren Randteilen miteinander luft- und wasserdicht verbundenen topfartigen Behältern *H*, *D* besteht, zwischen deren aufeinander gepreßten ebenen Bodenteilen, deren oberste als Herdplatte dient, die elektrischen Heizkörper *K* gelagert sind. (D. R. P. Nr. 305 226.)

Elektrische Flüssigkeitserhitzer.

Zwei weitere Erfindungen derselben Erfinder beziehen sich auf Flüssigkeitserhitzer mit in einem Umlaufrohr angeordneten elektrischen Heizkörper. Bei dem einen Flüssigkeitserhitzer (Abb. 6) liegt das Umlaufrohr *Z* in einem am Boden eines Wasserbehälters *F* angeschlossenen, langgestreckten engen Rohre *D* und umschließt auf nahezu seiner ganzen Länge ein elektrisches Heizband *H*, während in der Nähe des

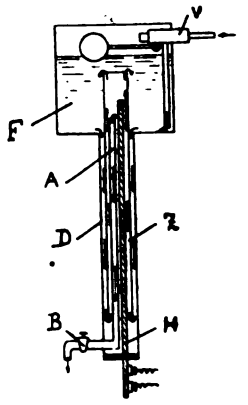


Abb. 6.

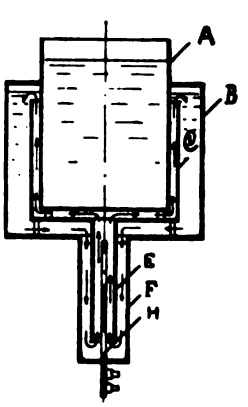


Abb. 7.

höchsten Punktes des Umlaufrohres die Entnahmeleitung *A* abgezweigt ist. Bei dem anderen Flüssigkeitserhitzer (Abb. 7) ist das Umlaufrohr *E* am oberen Ende mit einer Erweiterung *C* versehen, in die ein etwas kleineres Gefäß eingesetzt ist, dessen Inhalt durch die im Umlaufrohr aufsteigende Flüssigkeit erwärmt wird. (D. R. P. Nr. 298 650 und Nr. 299 517.)

Eine Erfindung des Charles William Oechslin in Oerlikon bezieht sich auf einen elektrischen Flüssigkeitserhitzer mit mindestens einer Glühlampe, welche auf einem Ständer befestigt ist und in dieser Stellung in eine Einbuchtung des Bodens des Flüssigkeitsbehälters oder in ein in den Behälter eingesetztes Gefäß von kleinerem Durchmesser hineinreicht. (Schweiz. P. Nr. 75 032.)

Die Firma Hirzel & Cattani in Zürich baut einen elektrischen Heizkessel zur Warmwasser- und Dampferzeugung mittels mehrphasigen Wechselstromes (Abb. 8), bei welchem das Wasser selbst als Stromleiter dient, in dem bei Stromdurchgang Wärme erzeugt wird. In einem dicht abgeschlossenen, drucksicheren Behälter 1 sind um eine zentral angeordnete und mit Flügeln 9 versehene Achse 8, die den Nullpunkt des elektrischen Systems bildet, Elektroden 10 aus gebogenen Blechstreifen symmetrisch und einzeln einstellbar angeordnet. Auf diese Weise kann der Polabstand und damit die Energieentnahme leicht eingestellt werden. (D. R. P. Nr. 306 280.)

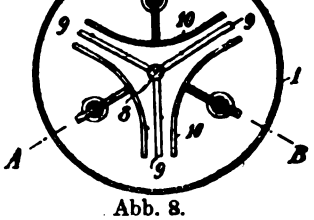


Abb. 8.

Eine Erfindung der Firma Filbar Electric Heater Limited in London bezieht sich auf einen elektrischen Flüssigkeits-Wärmapparat, bei dem die Flüssigkeit durch eine körniges Material enthaltende Röhre fließt und die Flüssigkeit auf dem Wege vom Einlaß zum Auslaß der durch Zwischenwände in einzelne Abteilungen geteilten senkrecht stehenden oder geneigten Röhre Kohlekörner von fortschreitend zunehmendem Widerstand trifft, um das Wärmen der Flüssigkeit beim Durchfließen der Röhre stufenweise zu steigern. (Schweiz. P. Nr. 75 220.)

Elektrische Kocheinrichtungen.

Alex. Aebischer in Meiringen beschreibt einen elektrischen Kochapparat, wobei die Seiten des Kochgefäßes von einem wärmeisolierenden Mantel umgeben werden, der unten durch die Heizeinrichtung abgeschlossen ist, über welcher als Auflager für das Kochgefäß eine sich den Bodenunebenheiten leicht anschmiegende Schicht von Glaspulver angeordnet ist, die zugleich eine gleichmäßige Übertragung der Heizwärme auf den Boden des Kochgefäßes bewirkt. (Schweiz. P. Nr. 75 860.)

Inhaltsverzeichnis der E. u. M. für 1918.

Der Mangel an Papier veranlaßt uns, von dem Inhaltsverzeichnis für den Jahrgang 1918 der Zeitschrift nur so viele Exemplare herstellen zu lassen, als bestellt werden.

Wir ersuchen jene Bezieher der Zeitschrift, die das Inhaltsverzeichnis zu erhalten wünschen, dies der Schriftleitung, Wien VI, Theobaldgasse 12, durch Postkarte bis längstens 26. Dezember l. J. mitteilen zu wollen.

Inhaltsverzeichnisse, die erst nach dem 26. Dezember l. J. bei uns bestellt werden, können nicht zugesichert werden.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Wien
29. Dezember 1918.

ZEITSCHRIFT DES ELEKTROTECHNISCHEN VEREINES IN WIEN
UND ORGAN DES ZWEIGVEREINES IN BRUNN
Chefredakteur: J. Seidener

Heft 52.
36. Jahrgang.

INHALT:

Anlage zur Nutzbremsung mit Kommutatormotoren für Einphasenwechselstrom. Von Dr. Hs. Behn-Eschenburg 553

Rundschau 556
Chronik 558

Literatur-Bericht 558
Vereins-Nachrichten 559

Nachdruck, Übersetzung oder Wiedergabe nur mit Bewilligung der Schriftleitung und mit Angabe der Quelle „E. u. M. Wien" gestattet

Anlage zur Nutzbremsung mit Kommutotormotoren für Einphasenwechselstrom.

Von Dr. Hs. **Behn-Eschenburg**, Oerlikon.

Mit der Ausbreitung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen wird der elektrischen Bremsung und insbesondere der Rückgewinnung der auf Gefällen und beim Anhalten frei werdenden Energie des Zuges erhöhte Bedeutung beigemessen. Es wurde gelegentlich als ein Vorzug des Drehstromsystems betrachtet, daß sich die Motoren ohne Umschaltung als Generatoren betreiben lassen. Der praktische Nutzen ist aber dadurch sehr eingeschränkt, daß nur bei genauer Übereinstimmung der Fahrgeschwindigkeit mit einzelnen synchronen Geschwindigkeiten eine Nutzbremsung eintritt und daß bei mancher Bahnanlage diese Übereinstimmung infolge häufiger Anfahrfristen verhältnismäßig selten zutrifft. Einzelne Bergbahnen mit Drehstrombetrieb suchten sich von diesem Mangel zu befreien, indem sie auf die Rückgewinnung verzichteten und nach dem Vorgange der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz. Patent Nr. 20 481 vom 23. November 1899) mittels besonderer Gleichstromerregermaschine die Fahrzeugmotoren bei der Talfahrt in Mehrphasengeneratoren verwandeln, welche in Belastungswiderständen Strom erzeugen. Durch diese Hilfsmittel wird erreicht, daß auch bei Geschwindigkeiten, welche von der synchronen mehr oder weniger abweichen, mit elektrischer Bremsung gefahren werden kann, ohne auf die Stromzuleitung von außen angewiesen zu sein.

Bei Gleichstrombahnen mit Reihenschlußmotoren ist es von altersher üblich, die Motoren elektrisch abzubremsen, indem dieselben als selbsterregte Reihenschlußgeneratoren auf die Anfahrwiderstände geschaltet werden. Es hat nicht an Versuchen und Erfindungen gefehlt, um durch Verwendung von Nebenschlußmotoren und von besonderen Erregermaschinen (vgl. u. a. Schweiz. Patent der Maschinenfabrik Oerlikon Nr. 36 123 vom 14. Februar 1906) eine Nutzbremsung zu erzielen. Bei einigen neueren amerikanischen Gleichstromlokomotiven wird der Erfolg solcher Nutzbremsungen hervorgehoben*). Aber auch hier handelt es sich um umständliche Einrichtungen und Schaltungen und die Rückgewinnung ist auf enge Geschwindigkeitsgrenzen beschränkt.

Als Triebmotor für Einphasenwechselstrombahnen kann heute allgemein der Reihenschlußmotor gelten, der in den meisten Fällen mit einem besonderen Kommutierungsquerfeld nach den Prinzipien der Maschinenfabrik Oerlikon (Schweiz. Patent Nr. 30 388 vom 29. Februar 1904) ausgestattet ist. Mit solchen Triebmotoren ist eine elektrische Bremsung in gleicher Weise wie bei Gleichstromhauptstrommotoren einzuführen, indem die Motoren als selbsterregte Gleichstromseriegeneratoren auf Belastungswiderstände arbeiten. Für die Rückgewinnung der Bremsenergie ist vorgeschlagen worden, die Hauptfeldwicklung durch besondere Wechselstromerregermaschinen zu erregen oder dieselbe durch Stromtransformatoren mit dem Ankerstromkreis zu verketten. Die erstere Lösung leidet an großer Umständlichkeit der Einrichtung, die zweite Lösung führt zu bedeutenden Schwierigkeiten bei der Unterdrückung der Selbsterregung mit netzfremden Schwingungszahlen.

Bei den neuen Lokomotivbestellungen der Schweizerischen Bundesbahnen für die Gotthardbahn wird die Forderung gestellt, daß wenigstens das Lokomotivgewicht auf den Gefällen durch elektrische Bremsung ausgeglichen werden könne, wobei dem Konstrukteur freigelassen wird, Widerstands- oder Nutzbremsung anzuwenden. Die elektrische Bremsung soll in erster Linie den durch die mechanische Bremsung bewirkten Verschleiß der Bandagen und Bremsklötze vermindern, der Rückgewinnung von Energie wird zunächst keine ausschlaggebende Bedeutung beigemessen. Bei der Gotthardbahn sollte für die Rückgewinnung im Gefälle von 26‰ ungefähr die Hälfte der bei der Steigung für das gleiche Zugsgewicht mit gleicher Geschwindigkeit aufgenommenen elektrischen Energie an den Motorbürsten abgenommen werden können.

In der Maschinenfabrik Oerlikon wurden seit langem eingehende Versuche sowohl über Widerstands- und Rückstrom- als auch über Nutzbremsung ihrer Lokomotivmotoren nach verschiedenen Schaltungen durchgeführt und es konnten anfangs des Jahres recht befriedigende Ergebnisse der Nutzbremsung von 250 PS-Motoren in engeren Kreisen von Sachverständigen vorgezeigt werden*).

Vor kurzem ist es nun gelungen, die Schaltungen grundsätzlich und wesentlich zu vereinfachen und das Bereich der Rückgewinnung unbeschränkt bei allen Belastungen auf alle Geschwindigkeiten bis zum Stillstand auszudehnen, so daß auch ein Teil der Anfahrenergie zurückgewonnen werden kann, ohne dabei für die Steuerung weitere Schaltapparate zu benötigen als die für den normalen Motorbetrieb vorgesehenen Stufenschalter. Dämpfungswiderstände, besondere übersättigte Reaktanzen, Stromtransformatoren, Erregereinrichtungen und Phasenumformer kommen in Wegfall, eine gewöhnliche Drosselspule mit einem eindeutig bestimmten Reaktanzwert ist der einzige Apparat, der zu der normalen Motoranlage hinzukommt. Der gewöhnliche Reihenschlußmotor wird durch die neue Schaltung in einen eigenartigen Generator oder Motor von neuen, für die praktische Bremsung sehr zweckmäßigen Eigenschaften verwandelt. Es liegt in der Hand des Konstrukteurs, den Wirkungsgrad und Leistungsfaktor je nach Leistung und Geschwindigkeit zu bemessen, die bei früheren Schaltungen gefürchtete Selbsterregung oder Unstabilität ist beseitigt.

Es soll in Folgendem das theoretisch Wesentliche der neuen Wechselstromanlage geschildert werden. Das Schema,

*) E. u. M. 1917, Seiten 235, 405; 1918, Heft 10, Seite 120, Heft 51, Seite 549.

*) Diese Versuche haben die Herren Ingenieure Laternser, Bürgi und Kristen durgeführt.

Digitized by Google

Abb. 1, bezieht sich in üblicher Form auf einen zweipoligen Motor oder Generator mit dem rotierenden Anker a und der Magnetwicklung m. Die Achsen der Magnetwicklung und der Bürsten stehen annähernd senkrecht auf einander.

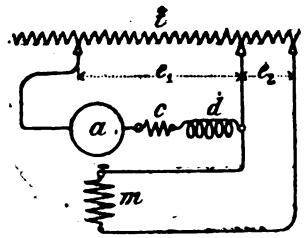


Abb. 1.

Allfällige Kompensations- und Hilfspolwicklungen sind unter c zusammengefaßt, wobei für die Wirkungsweise des Motors die Schaltung dieser Wicklungen nach irgend einem bekannten Schema zunächst ohne Bedeutung ist. Der Anker wird nun in Reihe mit einer Drosselspule d von bestimmten Dimensionen an die regulierbaren Spannungsstufen e_1 eines Transformators t angeschlossen, während die Magnetwicklung an eine andere passend gewählte Spannungsstufe e_2 des gleichen Transformators gelegt wird. Das Schema scheint äußerlich einen gewöhnlichen Nebenschlußmotor darzustellen, von dessen Unbrauchbarkeit bisher jedermann überzeugt war. Im Gegensatz zu dieser Auffassung entwickelt die Maschine nun bei passender Wahl der Reaktanz d in der einen Drehrichtung als Motor, in der anderen als Generator für jede Geschwindigkeit von Stillstand an bei gegebenen Zuleitungsspannungen e_1 und e_2 ein konstantes Drehmoment, die Leistung wächst proportional mit der Geschwindigkeit. Unseres Wissens ist diese Eigenschaft hier zum ersten Mal bei elektrischen Maschinen verwirklicht. Für eine gegebene Zuleitungsspannung steigt die Stromstärke von einem unteren Grenzwert bei Stillstand an, rascher als die Geschwindigkeit, der Leistungsfaktor nähert sich der Einheit. Für den verlustlosen Generator sind die theoretischen Kurven in Abb. 2 als Funktion der Geschwindigkeit aufgezeichnet für drei verschiedene Zuleitungsspannungen e_1, die im Verhältnis 1 : 0·6 : 0·3 stehen, unter der Voraussetzung einer konstanten Erregerspannung, bei welcher der Generator bei der vollen Geschwindigkeit 1 die Bürstenspannung 1 entwickeln soll. Eine ähnliche Kurvenschar erhält man nach Abb. 2a, bei konstanter Umdrehungszahl und Erregung mit veränderlicher Zuleitungsspannung. Gezeichnet sind Stromstärke, Leistungsfaktor und Leistung für die Umdrehungszahl 1, bei welcher die Bürstenspannung 1 betragen soll, als Funktion der Zuleitungsspannung e_1, die in Bruchteilen der Bürstenspannung in der Abszisse aufgetragen ist. Wir bezeichnen die durch den Ankerstromkreis zusammen mit der Drosselspule gebildete Reaktanz mit R_1, die Reaktanz der Magnetwicklung mit R_2, die Ohmschen Widerstände mit r_1 und r_2, die Stromstärke des Ankers mit i_1, der Magnetwicklung mit i_2, den von der Magnetwicklung erzeugten Flux mit F_2 und die von diesem Flux durch die Rotation des Ankers hervorgerufene elektromotorische Kraft mit e_r, die Umdrehungszahl mit n, dann gelten die einfachen Beziehungen*): $i_1 r_1 + i_1^0 R_1 \pm n \,.\, M\, i_2 = e_1$; das Vorzeichen richtet sich nach der Drehrichtung und entscheidet über Motor- oder Generatorbetrieb. $i_2 r_2 + i_2^0 R_2 = e_2$, dabei sollen e_1 und e_2 gleiche Phase besitzen. $n\, M\, i_2$ stellt die durch den Erregerstrom i_2 bewirkte Rotations- oder Bürstenspannung e_r dar. Es ist also auch zu schreiben:

$$i_1 r_1 + i_1^0 R_1 = e_1 \pm e_r.$$

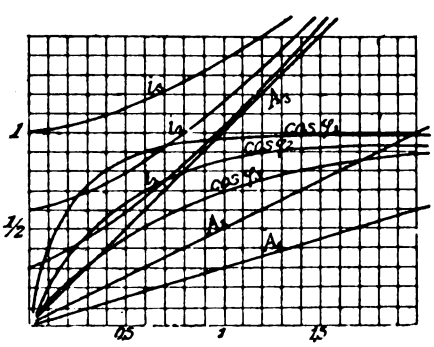


Abb. 2.

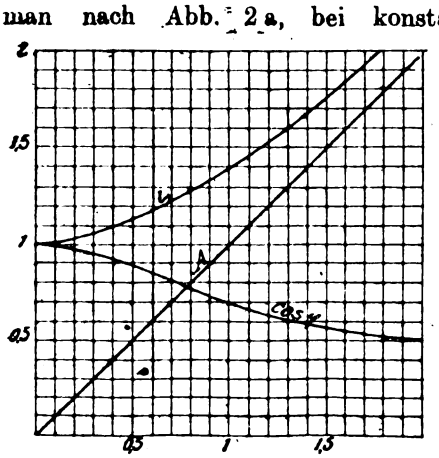


Abb. 2a.

Zur Vereinfachung kann von den Widerstandsverlusten abgesehen werden und es ist einfach:

$$i_1^0 = \frac{e_1 \pm e_r}{R_1}, \quad i_2^0 = \frac{e_2}{R_2}$$

Die Stromstärke i_1 ist also um 90° gegen die Resultierende aus den Spannungen e_1 und e_r, i_2 um 90° gegen e_2 verschoben. Da e_r in Phase mit i_2 ist, muß auch e_r um 90° gegen e_2 und e_1 verschoben sein. Führt man mit großen Buchstaben die effektiven Werte ein, so erhält man für den Winkel φ zwischen e_1 und i_1:

$$\cos\varphi = \frac{E_r}{\sqrt{E_1^2 + E_r^2}};$$

die Energieleistung wird:

$A = E_1 J_1 \cos\varphi$, gemessen an den Transformerzuleitungsklemmen.

$A = E_r J_1 \sin\varphi$, gemessen an den Generatorbürsten und allgemein:

$$A = \frac{E_1 E_r}{R_1}$$

Das Drehmoment oder die Zugkraft ist:

$$= D_r \frac{A}{n} \,.\, 716 = \text{const.} \frac{E_1}{R_1} \,.\, M\, i_2 = \text{const.} \frac{E_1 E_2}{R_1}$$

Bei gegebener Erregung und Klemmenspannung ist das Drehmoment konstant, es ändert sich proportional der Klemmenspannung E_1 und umgekehrt proportional der Reaktanz R_1.

Charakteristische Werte ergeben sich für

$$n = o, \quad J_1 = \frac{E_1}{R_1}$$

und für

$$e_1 = o, \quad J_1 = \frac{E_r}{R_1}$$

Die Erregungsarbeit $e_2 i_2$ ist als Verlust in Watt und Voltampere besonders zu berechnen und zu messen.

Das Diagramm der Generatorarbeit nimmt die einfache Form Abb. 3 an, für motorischen Betrieb wäre e_r und $O\,A$ nach unten gerichtet. Für die praktische Verwendbarkeit des Motors oder Generators ist nun entscheidend und maßgebend, daß R_1 so groß gewählt wird, daß die Stromstärke i_1 bei der normalen oder maxi-

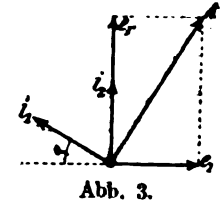


Abb. 3.

*) i_1^0 bedeutet $\frac{di_1}{dt}$.

Digitized by Google

malen Geschwindigkeit und der normalen Rotationsspannung e_r, die durch den Flux F_2 und den zulässigen Erregerstrom i_2 begrenzt ist, die zulässigen oder normalen Grenzwerte der Konstruktion nicht überschreitet.

Die Reaktanz R_1 kann mit allen bekannten Mitteln gebildet werden, zum Beispiel durch besondere Drosselspulen oder zum Teil durch die Selbstinduktion des Ankers, der Kompensationswicklung und Hilfspole. Für die Einstellung der Wendequerfelder durch die Hilfspole und Querwicklung gelten die gleichen Regeln wie für den Reihenschlußmotor unter sinngemäßer Berücksichtigung der Phasenverschiebung zwischen der durch den Flux F_2 transformatorisch induzierten Lamellenspannung und der durch Rotation in dem Ankerfeld erzeugten Spannung. Im allgemeinen fallen in der neuen Betriebsweise beide Spannungen näher zusammen als beim Reihenschlußmotor, es können also die Mittel zur Phasenverschiebung des Wendequerfeldes zum Teil fortfallen, unter Umständen die Querwicklung des sogenannten doppelgespeisten Motors einfach kurzgeschlossen werden.

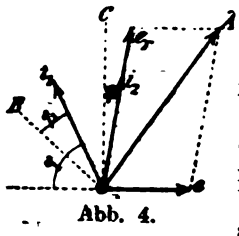


Abb. 4.

Wenn in dem Diagramm die Verluste in den Wicklungen durch die Ohmschen Widerstände r_1 und r_2 berücksichtigt werden, so verschiebt sich in dem Diagramm 4 der Vektor e_r um den Winkel φ_2 aus der Vertikalen nach rechts und mit ihm in entsprechender Weise die Resultierende OA. Von OA aus wird i_1 nicht mehr um 90°, sondern um $90^0 - \varphi_1$ nach links abweichen, wobei zu setzen ist:

$$tg\,\varphi_2 = \frac{r_2}{\omega R_2}, \quad tg\,\varphi_1 = \frac{r_1}{\omega R_1}$$

Der Winkel φ wird mit den Winkeln φ_1 und φ_2 zunehmen und der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ abnehmen (vgl. Abb. 4), Es ist:

$$\cos\varphi = \frac{E_1 \sin\varphi_1 + E_r \cos(\varphi_2 + \varphi_1)}{\sqrt{E_1^2 + E_r^2 + 2E_1 E_r \sin\varphi_2}}$$

Da die Stromstärke des Ankers und der Magnetwicklung vollständig voneinander unabhängig verlaufen können, ist bei richtiger Bürstenstellung und auch bei Kurzschluß der Querwicklungen eine Selbsterregung ausgeschlossen. Für die Regulierung der Zugkraft und Geschwindigkeit ist nur die Regulierung der Zuleitungsspannung e_1 erforderlich. Dies ist ein Hauptvorzug der neuen Anlage, indem ohne Zuhilfenahme von besonderen Widerständen eine verlustlose Regulierung und Stabilität erreicht wird. Der Anschluß der Magnetwicklung kann außerhalb oder innerhalb der Anzapfungen e_1 oder auch an einem besonderen Transformator liegen, die Spannung e_2 könnte ebenfalls regulierbar eingerichtet werden, die Erregerstromstärke ließe sich auch durch induktive Vorschaltwiderstände variieren. Es muß nur immer das Magnetfeld um angenähert 90° gegenüber der Netzspannung verschoben sein. Auch die Reaktanz R_1 kann verändert und zur Regulierung herangezogen werden.

Für den Motorbetrieb scheint die neue Anlage keine Vorteile zu bieten, da für die gleiche Leistung das Gewicht im allgemeinen größer und der Leistungsfaktor kleiner ausfallen wird als beim gewöhnlichen Reihenschlußmotor, dazu kommt die Aufwendung für die Drosselspule an Gewicht und Preis und Verlusten. Beim Übergang von dem Betrieb als Hauptstrommotor mit der gewöhnlichen Schaltung in den Betrieb als Generator für Nutzbremsung lassen sich verhältnismäßig einfache Maßnahmen treffen. Die Drosselspule kann im ersten Betrieb kurzgeschlossen, die Magnetwicklung mit einer Ableitung des Ankers verbunden werden.

Auch der Übergang von der Nutzbremsung zu einer Widerstandsbremsung, die unter Umständen für Talfahrten ohne Netzstrom gewünscht werden mag, läßt sich leicht einrichten, indem ein zusätzlicher Bremswiderstand eingeschaltet bezw. kurzgeschlossen wird. Die für die Kommutierung notwendige Umschaltung oder Einstellung der Erregung der Hilfspol-, Quer- und Kompensationswicklungen ist zugleich mit den neuen Verbindungen der Magnetwicklung und des Ankerstromkreises durch die Umstellung des Fahrtrichtungswechslers auf die besondere Bremsschaltung auszuführen.

Die Bedienung beschränkt sich darauf, nachdem die Fahrwenderwalze auf Bremsung gestellt ist, durch die Bewegung des Stufenschalters die Zuleitungsspannung und das Drehmoment bis zur Einhaltung der gewünschten Geschwindigkeit zu regeln. Dabei können auch Rückwärtsfahrten in der gleichen Schaltung unter Arbeitsleistung der Motoren ausgeführt werden. Es ist zweckmäßig, mit der Nullstellung des Stufenschalters gleichzeitig die Erregung der Magnetwicklung zu unterbrechen.

Die neue Anlage ist ohne weiteres fähig, bei jeder Fahrgeschwindigkeit und insbesondere auch zum Anhalten des Zuges mit elektrischer Nutzbremsung zu arbeiten und soweit die Verluste des mechanischen Getriebes und der Wicklungen dies zulassen, den letzten Rest der mechanischen Energie in das Netz zurückzuleiten, sie benötigt außer den für den Motorbetrieb bereits vorhandenen Maschinen und Apparaten nur eine einfache Drosselspule. Diese Einfachheit und weitgehende Wirkung erhebt die Anlage weit über alle bei Gleichstrom und Drehstrom bisher bekannt gewordenen Methoden und Einrichtungen und dürfte geeignet sein, dem Einphasenwechselstromsystem eine neue wichtige Überlegenheit zu verschaffen. Die Übersichtlichkeit der Wirkungsweise, die sich in den oben angedeuteten, einfachen Formeln und Diagrammen ausspricht, macht eine Darstellung von Versuchsergebnissen überflüssig. Zahlreiche Beobachtungen an größeren Lokomotivmotoren und kleinen stationären Motoren bestätigen die theoretischen Berechnungen und Überlegungen. Für den Entwurf scheint es am bequemsten, von der normalen Motorspannung E_r bei der normalen Geschwindigkeit n und der maximalen zulässigen Stromstärke J_1 auszugehen. Die Leistung wird $A = E_r J_1 \sin\varphi$. Die notwendige Reaktanz R_1 der Drosselspule ergibt sich dann aus

$$R_1 = \frac{E_r}{J_1 \sin\varphi}$$

Wenn zum Beispiel die auf einem Gefälle zurückzugewinnende Energie etwa die Hälfte der normalen bei der Steigung aufzuwendenden Energie sein soll, könnte der Motor mit normaler Bürstenspannung und etwa 80% der normalen Stromstärke als Bremsgenerator betrieben werden, mit $\cos\varphi = 0{\cdot}8$. Der Fahrleitung ist dabei außer der wattlosen Komponente $J_1 \sin\varphi$ auch der Erregerstrom J_2 des Motors und des Transformators zu entnehmen.

Wenn diese Bremsmethode auch zum Anhalten der Züge eingeführt wird, so werden sich auf ebenen Strecken etwa 40% der für das Anfahren benötigten Energie zurückgewinnen lassen. Da nun diese Anfahrenergie bei der verlustlosen Spannungsregulierung von Wechselstrommotoren ungefähr 30% der zur Überwindung des Zugwiderstandes erforderlichen Fahrenergie ausmacht (für Bahnen mit etwa 50 km-Stundengeschwindigkeit und mit Distanzen von etwa 10 km zwischen den Haltestationen), so kann durch die elektrische Nutzbremsung beim Anhalten der

Digitized by Google

totale Energieaufwand oder die auf einen Tonnenkilometer entfallende Wattstundenzahl um etwa 12% vermindert werden.

Für Gleichstromfahrzeuge, die mit Anlaßwiderständen und Serieparallelschaltung arbeiten, beträgt der Energieaufwand für das Anfahren infolge der Verluste in den Widerständen 1·5mal mehr als für Wechselstrommotoren, also etwa 45% der Fahrenergie für die obigen Verhältnisse. Eine Rückgewinnung beim Anhalten kommt praktisch nicht in Betracht, so daß gegenüber Wechselstromfahrzeugen mit Nutzbremsung beim Anhalten ein Mehrverbrauch von etwa 20% der Fahrenergie bei Gleichstrombahnen eintreten muß, auch wenn die Wechselstrommotoren und Transformatoren einen um 5% geringeren Wirkungsgrad besitzen als die Gleichstrommotoren.

Rundschau.

Elektrizitätswerke, Anlagen.

Die Einwirkung des Straßenbahnbetriebes auf die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke untersucht Norberg-Schulz an Hand der Statistik der Ver. der E. W. für das Jahr 1912 bezw. 1912/13 für eine Reihe größerer Werke in Städten mit mehr als 100 000 Einw. auf Grundlage der von ihm aufgestellten Wirtschaftstheorie*). Hiebei werden die Werke, je nach dem Anteil der Einnahmen durch die Stromlieferung für Straßenbahnen in fünf Gruppen unterteilt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind zunächst in der „Charakteristik" veranschaulicht, welche die Abhängigkeit der jährlichen Einnahmen E_h für 1 kW der Höchstbelastung von den Einnahmen e_i für eine erzeugte kWh darstellt. Es ergibt sich beispielsweise für das Elektrizitätswerk Kristiania die Beziehung: $E_h = 1500\, e_i^{0{\cdot}75}$.

Während die „Charakteristik" für ähnliche Werke gleichartige Ergebnisse zeigt, treten in der „Verbrauchskurve", welche den Zusammenhang der Einnahmen für 1 kW und der Höchstbelastung pro Einwohner darstellt, größere Verschiedenheiten auf. Die „Selbstkostenkurve", welche den Zusammenhang zwischen Ausgaben und Einnahmen für 1 kWh zeigt, ergibt, daß die Selbstkosten mit den Durchschnittspreisen sinken. Rechnet man mit einer 9%igen Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals, so ergibt sich aus Tabellenwerten, daß bei steigender Straßenbahnlieferung die Einnahmen und Überschüsse auf den Einwohner bezogen sich wesentlich erhöhen, sobald die Einnahmen für Straßenbahnen 10% der Gesamteinnahmen übersteigen. Der Nettoüberschuß für einen Einwohner und Jahr erreicht ein Maximum von Mk. 5·5 für e_i = Mk. 0·12 bis 0·15 pro kWh. Die Endergebnisse sind in folgender Zahlentafel zusammengestellt.

Gruppe bezw. Anteil der Straßenbahnlieferung an den Gesamteinnahmen	Zahl der Werke	Durchschnittseinnahmen für Straßenbahnlieferung in Pfg.	Durchschnittspreis für die ganze Stromlieferung einschließlich Straßenbahnlieferung
Unter 10%	12	7·85	14·5
10—20%	14	10·0	16·9
20—30%	16	11·2	18·3

Die Anlagekosten der Werke sind hiebei im Mittel mit Mk. 1000 pro kWh angenommen. (E. T. Z. 39, Heft 41.)

Statistik der Elektrizitätswerke in Japan. Nach statistischen Ausweisen für das Jahr 1916 zählte man in Japan (mit Ausnahme von Formosa, Korea, Sachalin und Kwantung) 2617 Elektrizitätswerke mit 703 175 kW Leistung, darunter 472 lichtstromliefernde Werke, 26 Werke für Bahnstrom, 48 Werke für die Abgabe von Bahn- und Lichtstrom, 1946 Einzelnanlagen und 125 staatliche Anlagen. 1195 Werke weisen Wasserkraftantrieb, 854 Dampfmaschinen- und 568 Gasmotorenantrieb auf. 172 Anlagen verwenden eine Spannung über 3500 V, 172 Werke haben eine Maschinenleistung über 1000 kW, 25 Werke über 10 000 kW. Nur 26 Werke stehen in städtischem Betrieb. Der Anschluß an Lampen entspricht einem Äquivalent von 108 Mill. Kerzen, der der Motoren von 544 518 kW. Die Leitungslänge der Netze wird mit 184 580 km angegeben. Die elektrischen Bahnen weisen 2190 km einfache Geleiselänge auf; sie verfügen über 4077 Motorwagen und 415 Beiwagen. (The Electrician, Bd. 81, Nr. 18, 1918.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 108.

Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Dampfkessel.

Die Möglichkeit von Ersparnissen bei der Verwendung von hochgespanntem Dampf. Frederick Samuelson. Der Verfasser berichtet über die interessanten Vorschläge W. L. R. Emmetts bei den Wärmekraftmaschinen zwischen größeren Temperaturgrenzen als bisher zu arbeiten. Emmett fügt zur Temperatur des Wasserdampfes eine noch höhere Temperatur hinzu, die er in dem besonderen Falle durch Quecksilberdämpfe erhält. Der Siedepunkt des Quecksilbers ist bei normaler atmosphärischer Spannung bei 358° C, während es bei einem Vakuum von 711 mm Quecksilbersäule bei 230° C kondensiert. Werden die Quecksilberdämpfe auf eine Spannung von 2·1 at gebracht, so ist die entsprechende Temperatur des Quecksilbers 426° C. Auf diese Tatsachen ist der Emmettsche Vorschlag aufgebaut. Das Quecksilber wird in einem Röhrenkessel auf die gewöhnliche Weise erhitzt. Die Quecksilberdämpfe gelangen mit nicht viel über Atmosphärenspannung durch Rohrleitungen und Düsen zu einem Turbinenrade, welches einen elektrischen Generator direkt antreibt. An denselben Generator ist von der anderen Seite eine gewöhnliche Wasserdampfturbine angeschlossen, deren Dämpfe durch die Wärmeenergie der Abdämpfe der Quecksilberturbine erzeugt werden. Die Abdämpfe der Quecksilberturbine gelangen nämlich in einen Kondensator, dessen Kühlröhren von Wasser durchflossen sind. Die heißen Quecksilberdämpfe bringt dieses Wasser zur Verdampfung und der so entstandene Wasserdampf geht zur normalen Wasserdampfturbine. Der zur Kondensation der Quecksilberdämpfe dienende Kondensator ist oberhalb dem Quecksilberkessel angeordnet, so daß das kondensierte Quecksilber wieder in denselben zurückfließt, nachdem es vorher einen durch die Abgase des Quecksilberkessels erhitzten Vorwärmer passiert hat. Gleichzeitig wird die hohe Temperatur dieser Abgase zur Überhitzung des vom Quecksilberkondensator kommenden Wasserdampfes sowie zur Vorwärmung des Speisewassers ausgenutzt. Aus der Abb. 1 ist die Anordnung für den von Emmett vorgeschlagenen Wärmekreisprozeß ersichtlich. Emmett schätzt den auf diese Weise aus dem Brennstoff zu erzielenden Gewinn an Wärmeenergie auf etwa 40%. Obwohl bei einer derartigen Anlage noch verschiedene Schwierigkeiten zu überwinden sind, so ist deren Erfolg doch ein solcher, daß er wohl die Mühe und die Kosten weiterer Versuche reichlich aufwiegt. Aus einem Diagramm (Abb. 2), welches die adiabatischen Expansionskurven von Dämpfen bei Temperaturen von 204 bis 426° C und absoluten Drücken von 3·5 bis 35 at zeigt, ist der jeweilige hohe thermische Wirkungsgrad deutlich zu entnehmen. Es ist hieraus ersichtlich, daß theoretisch der Wirkungsgrad mit steigendem Drucke wächst und desto größer wird, je höher die Temperatur ist. Da höhere Temperaturgrade als zirka 426° C für das gegenwärtige Material der Kessel, Rohrleitungen und Turbinen aus Sicherheitsgründen nicht verwendbar sind, so kann eine weitere Erhöhung des Wirkungsgrades nur durch weitere Erhöhung des Druckes bis zu einer bestimmten Grenze erfolgen. Weitere beträchtliche Ersparnisse können erzielt werden

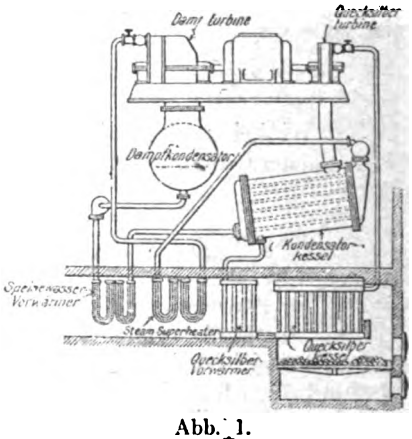


Abb. 1.

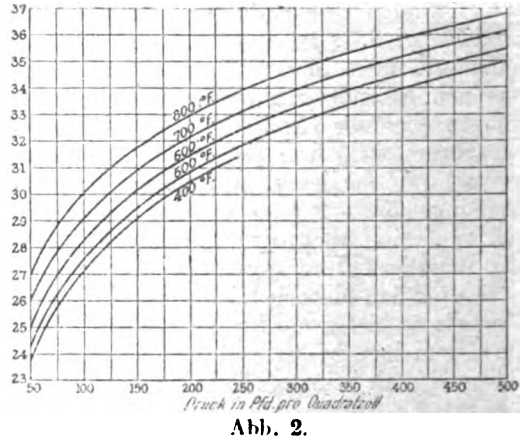


Abb. 2.

Digitized by Google

durch Heizung des Speisewassers mittels Dampf der von der Dampfturbine durch Anzapfen gewonnen wird. Je höher die Erhitzung des Speisewassers getrieben wird, desto größer wird die Wärmeersparnis, die, wie Versuche zeigten, bis zu 7·5% des verbrannten Brennstoffes steigen kann und eine Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades des Kessels von 26·3% auf 28·4% ergibt. Mit einer Hochdruckanlage, die mit Dampf von 25 at Spannung und Dampftemperaturen von 400° C arbeitet, kann die Anzapfung der Turbine derart vorgenommen werden, daß das Speisewasser bis auf 148° C erhitzt werden kann. Vorher muß jedoch der Dampf in der Turbine das Maximum an Arbeit geleistet haben. Es empfiehlt sich hiebei, die Dampfturbine an zwei oder mehr Stellen anzuzapfen. Da die Heizgase, die in den Schornstein abziehen, bei einem Speisewasser, welches mit 148° C in den Kessel eintritt, eine wesentlich höhere Temperatur als bisher besitzen würden, so empfiehlt es sich, diese Wärme noch weiter in Vorwärmern auszunutzen, und zwar dadurch, daß durch die Vorwärmerröhren statt Wasser Luft hindurchstreichen gelassen wird, welche nach ihrer Erwärmung den Verbrennungskammern der Kessel zugeführt wird. Auch die zur Ventilation der elektrischen Generatoren verwendete Luft kann behufs weiterer Wärmeersparnis unter die Roste der Dampfkessel geleitet werden.

Der Verfasser beschreibt eine Hochdruckanlage mit Dampf von 25 at Spannung, welche für eine Leistung von 1500 kW in den Werken der British Thomson-Houston Co (Ltd) in Rugby im Jahre 1914 in Betrieb gesetzt wurde. Der hochgespannte Dampf wird mit einer Temperatur von 370° C in Marinekesseln der Babcock & Wilcox-Type erzeugt, welche mit Kettenrosten und künstlicher Zugeinrichtung versehen sind. Die verwendeten Turbinen sind Curtis-Turbinen, welche des hohen Druckes halber nur wenig abgeändert sind und bei Vollast einen Dampfverbrauch von 5·6 kg pro kWh ergeben. Wie eingehende Versuche gezeigt haben, beträgt die Kohlenersparnis gegenüber einer gleich großen Anlage mit den bisher üblichen Drücken und Temperaturen 15 bis 18%. Dabei haben sich infolge der hohen Drücke und Temperaturen keinerlei größere Anstände im Betriebe ergeben. Lediglich einzelne untergeordnete Teile der Turbine mußten nach einiger Zeit durch solche aus widerstandsfähigerem Material ersetzt werden. Das Schaufelmaterial der Turbine hat während der ganzen Zeit des Betriebes keinen Anlaß zu Störungen gegeben. Im Wasserraume der Hauptkesseltrommel sowie in den Vorwärmröhren wurden allerdings Korrosionen nach einiger Zeit des Betriebes vorgefunden; dieselben rühren offenbar von der im Speisewasser enthaltenen Luft und Kohlensäure her. Um diesem Umstand vorzubeugen, wurde behufs Austreibung der Luft und der Kohlensäuregase aus dem Speisewasser die Temperatur des letzteren von 48° C auf 82° C erhöht und Ätzkalk zur Neutralisation dem Wasser zugefügt. Sämtliche Rohrleitungen einschließlich jener der Überhitzerabteilung waren während der ganzen Zeit des Betriebes in gutem Zustande; desgleichen die sämtlichen Hähne und Ventile. Nach Anschauung des Verfassers berechtigen die guten Ergebnisse der kleinen Versuchsturbine auch zur Anwendung hochgespannter Dämpfe bei den allergrößten Kraftanlagen mit Einheitsleistungen bis zu 25 000 kW.

(The Electr., Bd. 81, 28. 6. 1918.)

Wasserkraftmaschinen.

Neue Wasserturbine. Prof. Donát Bánki in Budapest bringt eine neue Wasserturbine in Vorschlag, die berufen zu sein scheint, die Lücke zwischen der oberen spezifischen Drehzahl des Peltonrades und zwischen der unteren der Francisturbine zu überbrücken, in erster Linie aber die Wasserräder zu verdrängen. Die neue Turbine kann ebenso einfach wie ein Wasserrad in das Gefälle eingebaut werden und ist infolge dieses Umstandes der Austausch eines Wasserrades gegen die neue Turbine fast ausnahmslos ohne bauliche Änderungen möglich. Dem Turbinenrad kann die Umlaufszahl der angetriebenen Maschine (Transmission) gegeben werden, wodurch Zahnradübersetzungen in Wegfall kommen. Weitere Vorteile gegenüber dem Wasserradbetrieb liegen hauptsächlich in den billigen Anschaffungskosten, in Raumersparnis, in Erhöhung der Wasserkraftausnutzung und in der Erniedrigung der Reparatur- und Betriebskosten, die eine erhöhte Wirtschaftlichkeit der Anlage zur Folge haben. Die neue Turbine besitzt ein radial von außen teilbeaufschlagtes Laufrad mit ebenfalls radialer Ausströmung am äußeren Radumfang. In der gewöhnlichen Ausführung besteht das Rad, wie die Abb. 3 zeigt, aus zwei Scheiben mit aus zylindrischen Schaufeln gebildetem Radkranz. Die Beaufschlagung erfolgt am äußeren Radumfang mit Leitkanal, dessen freie Öffnung mittels Schütze von Hand geregelt wird. Nach passender Wahl der Leitkanalöffnungsweite ergibt sich aus Aufschlagmenge und -geschwindigkeit die Strahlbreite und mit deren Vergrößerung um einen kleinen Betrag auch die achsiale Breite des Rades. Der auf das Rad unter kleinem Winkel aufschlagende Wasserstrahl durchschneidet zweimal den Radkranz, wobei er bei jedesmaligem Durchschnitt von seiner Richtung durch die Radschaufeln abgelenkt und gezwungen wird, kinetische Energie dem Radkranz abzugeben. Hinsichtlich ihrer Konstruktion unterscheidet sich die neue Turbine von allen anderen darin, daß bei ihr Wasser in achsialer Richtung weder zu- noch abgeleitet wird; infolgedessen kann ihr Durchmesser von der Aufschlagwassermenge unabhängig gewählt und ihr eine von der Wassermenge bedingte, beliebige Radbreite gegeben werden. Der Leitkanal leitet das Wasser unter einem Winkel von etwa 16° auf das Rad. Der äußere Radschaufelwinkel ist mit 30° gewählt, so daß der Eintritt in das Rad ohne Stoß erfolgt. Der innere Schaufelwinkel beträgt 90°, das heißt, die Schaufelenden sind radial gerichtet. Hiedurch wird erreicht, daß auch die zweite innere Beaufschlagung des Radkranzes stoßfrei ist. Die radiale Abmessung des Radkranzes ist so bestimmt, daß der Wasserstrahl die Schaufelkanäle ganz auffüllt, womit also sowohl im Radinnern als auch am äußeren Radumfang das Wasser in einem kompakten Strahl ausströmt. Die radiale Kranzbreite wird durch Rechnung aus der Formel $a = 0{\cdot}17\ D_1$ ermittelt, wobei D_1 den äußeren Durchmesser des Rades darstellt. Der mittlere Raddurchmesser D ergibt sich aus der Gleichung $D = 39{\cdot}34 \sqrt{\frac{H}{n}}$ und die Radbreite b aus der Gleichung

$$b\ 0{\cdot}08\ n\ .\ \frac{Q}{H} \sim 0{\cdot}06\ n\ \frac{Q}{H}.$$

Die Schaufeln können aus einem Rohr von der lichten Weite $2\rho = 0{\cdot}326\ D$ ausgeschnitten werden.

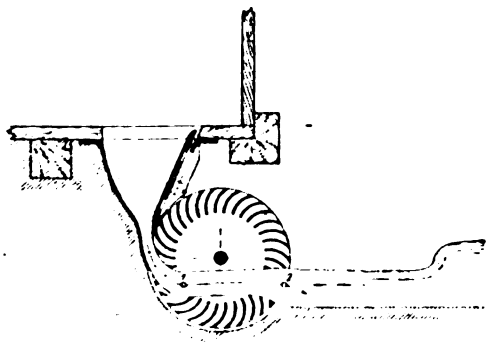


Abb. 3.

Der Verfasser untersucht, wie sich die neue Turbine unter verschiedenen Arbeitsverhältnissen gegenüber anderen Wasserkraftmaschinen verhält und führt hiefür mehrere Beispiele an, von den einfachsten Wasserrädern angefangen bis zu den neuzeitlichen Bauweisen mit den größten Maschineneinheiten. So zum Beispiel können hienach die Peltonräder der Wasserkraftanlage Rjukanfos*) ohne Änderung der Umdrehungszahl durch die neue Turbine vom gleichen Durchmesser ersetzt werden. Die Turbinen der Rjukanfosanlage (10 Einheiten) sind Zwillingsturbinen mit Doppeldüsen, verarbeiten ein Gefälle $H = 283$ m bei einer Wassermenge $Q = 5{\cdot}2$ m³/s, Umdrehungszahl = 250 und haben eine größte Leistung von 14 450 PS bei einem Wirkungsgrad von 76 bis 78%. Bei Ersatz dieser Turbinen durch die neuen Turbinen mit nur einem Rad und nur einer Beaufschlagung kann ein erhöhter Vorteil noch dadurch erreicht werden, daß gleichzeitig die Umdrehungszahl erhöht wird. Bei $n = 500$ kann dieses Ersatzrad einen Durchmesser von $D = 1{\cdot}33$ m und eine Radbreite von $b = 1{\cdot}37$ m erhalten.

Im Maschinenlaboratorium der Technischen Hochschule in Budapest wurden Versuche mit zwei verschiedenen Modellrädern der beschriebenen Bauart durchgeführt. Bei dem einen Modellrade ergaben die Versuche einen Wirkungsgrad von 89%, bei dem anderen einen Wirkungsgrad von 87%. Dabei hat sich eine verhältnismäßig dichte Beschaufelung für den Wirkungsgrad als vorteilhaft herausgestellt. Die überaus günstigen Ergebnisse finden ihre Erklärung in einfachen, fast verlustfreien Wasserführungen durch scharfkantige, richtig verteilte blanke Schaufeln. Die Wirtschaftlichkeit der Turbine kann noch erhöht werden, wenn das Rad so eingebaut wird, daß seine Sohle unter der Unterwasserfläche liegt und durch ein in das Ablaufgerinne eingesetztes Wehr ein Wassersprung hergestellt wird, wodurch erreicht wird, daß das Rad trotz seiner tiefen Lage in der Luft läuft, indem die lebendige Kraft des aus dem Rade fließenden Stromes die Wasserschwelle beständig aufrecht erhält. Übrigens darf das Rad ohne merkliche Einbuße seines Wirkungsgrades auch etwas unter Wasser tauchen. Für den Fall eines stark veränderlichen Unterwassers wird die Turbine in einem luftdicht geschlossenen Kasten eingebaut und das Abwasser fällt durch ein Saugrohr in den Ablaufkanal. Von dem Rad zur Saugrohrmündung führt eine Leitung zum Zwecke der Entlüftung des Wassers. Die überschüssige Luft wird abgesaugt und damit der Wasserspiegel unter dem Turbinenrade geregelt. Infolge ihres einfachen Einbaues, ihrer Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Betriebsverhältnisse und dank ihres hohen Wirkungs-

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 24.

Digitized by Google

grades erscheint die neue Turbine berufen, die Wasserräder zu verdrängen und sich hauptsächlich beim Antriebe schnellaufender Dynamos einen ihr gebührenden Platz unter den Turbinen zu erringen.

(Z. f. d. ges. Turbinenwesen, 1918, Nr. 21 bis 25.)

Dynamomaschinen, Transformatoren.

Über Untersuchungen an einer Quecksilberdampfgleichrichter-Anlage im Laboratorium der Technischen Hochschule in Zürich berichtet A. E. Müller. Die Untersuchung wurde an einem Sechsphasen-Gleichrichter für 80 A, 310 bis 320 V mit sechs Anoden vorgenommen. Der Apparat in der bekannten Ausführungsform war über eine Drosselspule mit verschiebbarem Kern ohne Schlußjoch mit je zwei Spulen pro Kern an die in Stern geschaltete Sekundäre eines Drehstromtransformators von 17·5 kVA Leistung, 347/250 V primäre und 6 × 45 V sekundäre Spannung, angelegt; die Primären waren im Dreieck geschaltet. Der Autor unterscheidet verschiedene Arten von Wirkungsgraden. Der elektrolytische Wirkungsgrad (Kurve 2 der Abb. 4) stellt die reine Gleich-

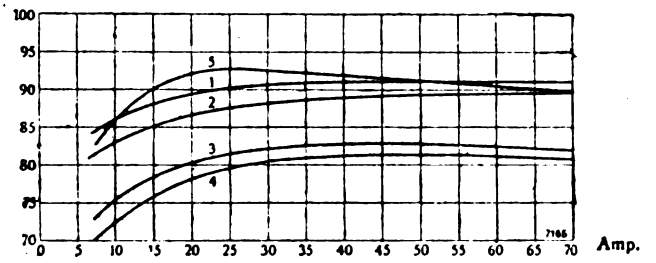


Abb. 4. Wirkungsgrade bei Sechs-Anoden-Betrieb.
E_m = konst. = 140 V.

stromleistung fest, die der Gleichrichter abgibt und die mit Drehspulen-Instrument, die Mittelwerte anzeigen, gemessen wird; er berücksichtigt demnach nicht die dem konstanten Gleichstrom überlagerte Wechselstromkomponente des Wellenstromes. Der energetische Wirkungsgrad des Gleichrichtergefäßes ist das Verhältnis zwischen der wattmetrisch gemessenen ausgeführten zu der eingeführten Leistung (Kurve 1 der Abbildung). Die Kurven 3 und 4 der Abbildung, die sich auf einen Sechsphasen-Gleichrichter mit einem Wert $E_m = 140$ V des Mittelwertes der Wellenspannung, wie sie ein Drehspuleninstrument mißt, beziehen, stellen den energetischen bezw. elektrolytischen Wirkungsgrad der gesamten Umformung dar. Endlich enthält die Kurve 5 den Wirkungsgrad von Transformator und Drosselspule, alles in Abhängigkeit von der Stromstärke. Auf die Größe des Wirkungsgrades nimmt der Spannungsabfall in der Dampfstrecke und die Verluste in derselben Einfluß. Der Effektverlust $P_v = \frac{\varepsilon J_m}{3}$ für einen Dreiphasen-Gleichrichter, wobei ε den Spannungsabfall in der Dampfstrecke und J_m den Mittelwert des Wellenstromes bedeuten. Der Totalverlust im Gleichrichtergefäß hat natürlich den dreifachen Wert. Man mißt den Spannungsabfall mit Gleichstrom, indem man die vorher ionisierte Dampfstrecke mittels einer Akkumulatorenbatterie speist. In Funktion der Stromstärke des Gleichstromes J_a ist der so erhaltene Spannungsabfall in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

J_a	5	10	15	20	25	30	35 A
ε	32	26·8	24	22	21·2	20·2	20 V;

dabei war das Vakuum 0·01 bis 0·015 mm Hg. Die Abhängigkeit des Spannungsverlustes von der Höhe des Vakuums ist die folgende:

mm Hg	0	0·05	0·1	0·15	0·2	0·25	0·3
ε in V	22	23	25·4	26·5	27·7	29	30

Von Bedeutung ist auch die sogenannte Schwankung des Wellenstromes, das ist das Verhältnis $S = \frac{J_{max} - J_{min}}{2\,J_{mitt}}$. Beim Zwei-Anodenbetrieb war $S = 0{\cdot}72$, beim Drei-Anodenbetrieb $S = 0{\cdot}45$. (Schweizerische Bauzeitung, Bd. 72, Nr. 13.)

Messungen und Meßapparate.

Leitfähigkeit des Seewassers für die Hochfrequenzströme der drahtlosen Telegraphie. Aus J. J. Thomsons Untersuchungen über die Leitfähigkeit von Elektrolyten bei Wechselströmen bis zur Frequenz 10^6 konnte der Schluß gezogen werden, daß die Leitfähigkeit des Seewassers konstant bleibt. Da aber T. A. Fleming und G. B. Dyke durch ihre Messungen nachwiesen, daß die Leitfähigkeit von Glas, Paraffin, Zelluloid usw. stark mit der Frequenz der Ströme anstieg, so untersuchte van der Pol jun. auf Vorschlag Flemings das Seewasser nach dieser Richtung hin. Die Rechnung ergab, daß das Verhältnis des Verschiebungsstromes zum Leitungsstrom bei der Frequenz $p = 10^6$

$$\frac{\varepsilon p}{4\pi\sigma c^2} = 1{\cdot}4 \,.\, 10^{-4}$$

betrug. Dabei ist die Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = 81$, σ die normale Leitungsfähigkeit $\sim 5{\cdot}10^{-11}$ und c die Lichtgeschwindigkeit. Es erschien also zur Leitfähigkeitsmessung eine Methode genau genug, bei welcher das Seewasser lediglich als Widerstand behandelt wird. Da die Brückenmethode bei Hochfrequenz wegen der induktiven Wirkung der Brückenzweige keine genauen Werte ergab, so wurde die Substitutionsmethode angewendet. Es ergab sich, daß die Leitfähigkeit des Seewassers für die in der drahtlosen Telegraphie verwendeten Ströme bis auf ½% der bei stetigen Strömen herrschenden gleichkam. Sie wurde bei 12·5° C mit $3{\cdot}77 \,.\, 10^{-11}$ bestimmt. Da die Leitfähigkeit stark mit der Temperatur und der Herkunft der Probe variiert, so kann man mit Werten von 1 bis $5 \,.\, 10^{-11}$ in der Praxis rechnen.

(The Electrician, Bd. 81, Nr. 21, 1918.)

Ein neuer Oszillograph. C. Heinze, Berlin, hat einen Oszillographen konstruiert, bei dem für die Inbetriebsetzung und die Aufnahme des Lichtbildes das Umlegen eines Kontrollers genügt. Die Lichtquelle, eine Metalldrahtlampe für niedrige Spannung mit stabförmigem Glühkörper, wird von einem Transformator über einen Widerstand gespeist. Beim Umlegen des Kontrollers nach der einen Seite werden Transformator, bewegliches System und Feldmagnet des Oszillographen an die betreffenden Spannungen geschaltet und zugleich ein dreiseitiges Spiegelprisma in den Strahlengang gehoben; hiedurch wird der Strahl auf eine Mattscheibe abgelenkt, auf der beim Drehen des Prismas die Wechselstromkurve erscheint. Wird der Kontroller nach der anderen Seite umgelegt, so versinkt das Prisma wieder, das System wird ausgeschaltet und ein Magnet eingeschaltet, der die Fallbewegung der photographischen Kassette auslöst. Die Kassette schließt beim Fallen den Widerstand vor der Lampe kurz, so daß die Lampe hell aufleuchtet, schaltet das System ein und aus und fällt in einen lichtdichten Sack. Die Kontakte für diese Stromschlüsse sind so angeordnet, daß das System später ein- und früher ausgeschaltet wird als die Lampe, so daß am Anfang und am Ende der Kurve je ein kurzes Stück Nullinie aufgenommen wird.

(E. T. Z. 39, 1918, Heft 28.)

Chronik.

Ungarischer Elektrotechnischer Verein. Der Ungarische Elektrotechnische Verein hielt am 7. Dezember seine diesjährige ordentliche Generalversammlung ab. Präsident Karl Zipernowsky kennzeichnete die gegenwärtige Lage der Elektrotechnik in Hinblick auf die politische und wirtschaftliche Situation des Landes. Er betonte die Bedeutung einer allgemeinen Elektrizitätsversorgung. Generalsekretär Daniel Jakobovits erstattete seinen Bericht über die diesjährige Tätigkeit des Vereines. Von den Preisen des Vereines erhielten den Karl-Zipernowsky-Jubiläums-Preis Ministerial-Oberingenieur Dr. Oskar Szilas, den Finger-Preis Oberingenieur Franz Zipernowsky. Bei den Neuwahlen wurden gewählt zum Präsidenten Prof. Karl Zipernowsky, zu Kopräsidenten die Direktoren Leopold Aschner und Leopold Hubert, zu Vizepräsidenten Daniel Jakobovits und Leopold Stark, zum Generalsekretär Dr. Oskar Szilas, zum Sekretär Dr. Josef Liska, zu Schriftführern Alexander Stern und Ernst Wilczek, zum Bibliothekar Armand Seiler.

Literatur-Bericht.

Telephon- und Signalanlagen. Ein praktischer Leitfaden für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-) Anlagen. Von Karl Beckmann, Oberingenieur der A.-G. Mixt & Genest, Berlin. Zweite, verbesserte Auflage. Gr. 8°, 312 Seiten mit 426 Abb. Verlag Julius Springer, Berlin 1918 (Preis geb. Mk. 8·60).

Die Fernmeldetechnik hat sich im Laufe der letzten 20 Jahre zu einer Industrie von so großer volkswirtschaftlicher Bedeutung entwickelt, daß sie heute anderen großen technischen Berufszweigen gleichbedeutend an die Seite gestellt werden kann. Trotzdem wird der Beruf des Schwachstrommonteurs vielfach noch geringschätzig angesehen. Mit welchem Unrecht beweist der vorliegende Leitfaden, in dem mit Recht darauf hingewiesen wird, daß an den Schwachstrommonteur in bezug auf Kenntnis verwickelter Schaltungen und verschiedenartiger Apparateinrichtungen weit größere Anforderungen als an den Starkstrommonteur gestellt werden. Eine gute Ausbildung des Monteurs in technischer Beziehung ist daher ein Haupterfordernis. Dieser Ausbildung als

Digitized by Google

Lehrbehelf und Nachschlagebuch zu dienen, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit. Besonders eingehend wird vom Verfasser die Montage behandelt, wobei ihm langjährige eigene Erfahrungen zugute kommen. Doch enthält das Buch auch eine leichtfaßliche Darstellung der Grundlagen der Elektrotechnik; ferner werden die Stromquellen und die wichtigsten Grundbestandteile der Haustelegraphie und Haustelephonie behandelt. Ein eigener umfangreicher Abschnitt dient der Besprechung des Leitungsbaues (Freileitungen, Kabelanlagen, Innenleitungen). Sehr zu begrüßen ist es, daß in dem Buche auch die Eisenbahntelephonie und die im Streckendienst zur Anwendung kommenden Kontroll- und Signalanlagen Aufnahme gefunden haben. Den Schluß bilden Auszüge aus den bestehenden gesetzlichen Verordnungen und Normalien. Überhaupt enthält das Buch sämtliche für den Schwachstrommonteur erforderlichen Angaben. Es ist zu wünschen, daß das Buch den Weg in viele Hände finden möge, um über das umfangreiche Gebiet der Fernmeldetechnik zu belehren und aufzuklären.

Ing. E. F. Petritsch.

Vereins-Nachrichten.

Aus den Sitzungsberichten.

Regulativkomitee betreffend „Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen".

Nachfolgend gelangen einige Anfragen in Angelegenheit der „Sicherheitsvorschriften" und die zugehörigen Erledigungen zur Veröffentlichung. Hiezu wird bemerkt, daß solche Anfragen — soferne sie nicht in einer Regulativkomiteesitzung zur Beratung gelangen — dem Obmanne des Regulativkomitees, Herrn Hofrat Prof. Hochenegg, vorgelegt werden; die Beantwortung erfolgt nach den von Herrn Hofrat Hochenegg gegebenen Weisungen.

Anfrage: Im § 43 der „Sicherheitsvorschriften" ist die Anordnung von Erdschlußanzeigern für Stromerzeugungs- oder Umformungsanlagen vorgeschrieben; sind unter diesen Umformungsanlagen auch Transformatorenstationen zu rechnen?

Beantwortung: In den „Sicherheitsvorschriften" ist für Transformatoren niemals das Wort Umformer oder Umformungsanlagen gebraucht. Unter diesen sind stets rotierende Umformer verstanden. Dies gilt besonders für § 43, durch welchen nur die unbedingt nötigen Apparate festgelegt werden sollen und Erdschlußanzeiger doch nur dort unbedingt nötig sein können, wo Bedienungsmannschaft vorhanden ist, die auf Erdschluß aufmerksam gemacht werden soll. Es kann sich somit diese Forderung nicht auf Transformatorstationen beziehen, besonders nicht auf solche, in welchen keine Bedienungsmannschaft vorhanden ist.

Anfrage: Laut § 78 der „Sicherheitsvorschriften" dürfen bewegliche Leitungen an fest verlegte Leitungen nur mittels lösbarer Kontakte angeschlossen werden. Bei Pauschalanschlüssen für Bügeleisen, Kochtöpfe usw. ist es schwierig, bei Verwendung lösbarer Steckvorrichtungen zu verhindern, daß auch andere Stromverbraucher angeschlossen werden. Ist es erlaubt, solche Apparate mittels Schnurdosen — wie sie für Schnurpendel üblich sind — anzuschließen?

Beantwortung: § 78, 2. Absatz, schreibt für alle beweglichen biegsamen Leitungen also auch für Schnurpendel die Verbindung mit den fest verlegten Leitungen nur mittels lösbarer Kontakte vor. Der in Klammer erfolgte Beisatz (siehe § 39) ist nicht als Vorschrift, sondern nur als Beispiel aufzufassen. Es ist daher nicht untersagt, bewegliche biegsame Leitungen mit ähnlichen „lösbaren Kontakten" an die fest verlegten Leitungen anzuschließen, wie solche für Schnurpendel vorgeschrieben sind. Nur müssen selbe gemäß § 84, 2. Absatz, an allen Polen an der Abzweigstelle noch besonders gesichert sein. Die „lösbaren Kontakte" können auch plombiert sein, soferne sie allpolig entsprechend gesichert sind und die allpolige Ausschaltbarkeit für den Fall von Störungen vorgesehen ist. Durch diesen vorgeschalteten allpolig wirkenden Ausschalter ist die Bedingung der lösbaren Kontakte auch bei Plombierung erfüllt.

Anfrage: Die geerdeten Nulleiter von Mehrleiterinstallationen dürfen nach unseren „Sicherheitsvorschriften" — gleichwie nach den Errichtungsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker — keine Sicherungen enthalten; wogegen isolierte Leitungen, welche von einem geerdeten Nulleiter abzweigen und Teile eines Zweileitersystems bilden, nach den „Sicherheitsvorschriften" gesichert werden müssen und dann nicht besonders gekennzeichnet zu sein brauchen, nach den „Verbandsvorschriften" aber Sicherungen enthalten dürfen und bei einpoliger Sicherung des Systems als vom Nulleiter abzweigende ungesicherte Leitungen gekennzeichnet sein sollen. Obwohl ein grundsätzlicher Widerspruch in den beiden Vorschriften nicht zu bestehen scheint, schließen die „Sicherheitsvorschriften" die einpolige Sicherung solcher Systeme aus, offenbar von der Erwägung ausgehend, daß die Kennzeichnung des ungesicherten Leiters bei den handelsüblichen Drahttypen, insbesondere bei Doppelleitungsschnüren eine unerwünschte Komplikation bedeutet. Da das Heraussuchen des Außenleiters, zum Beispiel behufs Einmontierens der Schalter, eine außerordentlich zeitraubende Arbeit ist, welche bei einer etwaigen Kontrolle, zum Beispiel ob die Schalter wirklich in den Außenleitern liegen, wiederholt werden müßte, wird für solche Anlagen die Verwendung von Doppelleitungsschnüren mit Kennzeichnung des einen Leiters vorgeschlagen. Der Entfall der Sicherung in dem an den Nulleiter angeschlossenen isolierten, jedoch deutlich gekennzeichneten Leiter würde für die Ausführung von Installationen ein Ersparnis an Material und Arbeitszeit bedeuten. Anfrage, ob diese nach den „Verbandsvorschriften" zulässige Ausführung auch vom Regulativkomitee als zulässig erklärt wird?

Beantwortung: Herr Hofrat Prof. Hochenegg hat zu dieser Anregung die nachfolgende Äußerung abgegeben, welcher sich das Regulativkomitee vollinhaltlich angeschlossen hat.

„Dem Vorschlage, betreffend den Anschluß isolierter Doppelleitungen bei Dreileiternetzen mit geerdetem Nulleiter, könnte ich mich nicht anschließen. Ich halte es nämlich für einen Vorzug unserer Sicherheitsvorschriften gegenüber den Verbandsvorschriften, daß in § 85 vorgeschrieben ist, daß isolierte Leitungen welche von einem geerdeten neutralen oder Nulleiter abzweigen und Teile eines Zweileitersystems bilden, gesichert werden müssen. Bei solchen isolierten Leitungen, die Teile eines Zweileitersystems bilden, weiß man nämlich niemals, welche der beiden Leitungen an den geerdeten Nulleiter angeschlossen ist, und es kann daher ganz leicht vorkommen, zum Beispiel bei Umschaltung von einer Gruppe eines Dreileiternetzes auf die andere, daß der früher an der Erde gelegene Leiter nunmehr an eine Außenleitung angeschlossen wird. Besonders bei Gleichstromnetzen ist dies insoferne naheliegend, als bei Betrieb von Bogenlampen die Polarität nur bei dieser Schaltungsweise unverändert bleibt, ohne daß weitere Umschaltungen vorgenommen werden müssen. Wenn nun ein früher an Erde gelegener Leiter an eine Außenleitung angeschlossen wird, kann es vorkommen, daß zufolge eines bisher unschädlichen und daher unbeachtet gebliebenen Erdschlusses in der Leitung oder in deren Verzweigungen der nicht beseitigt wird, eine Überlastung der betreffenden Leitung oder eines Teiles derselben und dadurch eine Feuersgefahr auftritt. Es muß daher entweder zuverlässig verhindert werden, daß eine bisher geerdete oder an Erde geschaltete Leitung auf einen Außenpol geschaltet werden kann, oder es muß, wenn dies nicht verhindert werden kann, durch eine Sicherung der Feuersgefahr vorgebeugt werden. Wenn die an Erde liegende Leitung blank geführt wird, ist sie als geerdete Leitung genügend gekennzeichnet; ist sie isoliert geführt, so ist dies nicht der Fall, auch dann nicht, wenn sie oder die andere isolierte Leitung irgendwie gekennzeichnet ist; wenigstens ist diese Kennzeichnung nicht für jedermann verständlich und würde gewiß in Österreich bei der mangelnden Intelligenz und Verläßlichkeit in der überwiegenden Zahl von Fällen unbeachtet bleiben. Daher bin ich für Beibehaltung der Vorschrift wie sie besteht und empfehle den zu erdenden Draht einfach blank auszuführen, wodurch den „Sicherheitsvorschriften" entsprochen und eine Verwechslung zum mindesten sehr unwahrscheinlich ist". *Ing. A. M.*

Protokoll der außerordentlichen Generalversammlung

vom 15. Dezember 1918.

Die außerordentliche Generalversammlung ist zur angesagten Stunde — ½11 Uhr vorm. — nicht beschlußfähig. Es wird daher im Sinne des § 8 der Vereinsstatuten eine halbe Stunde später eine neue Generalversammlung mit derselben Tagesordnung abgehalten, welche auch dann beschlußfähig ist, wenn an ihr weniger als ein Zehntel der in Wien wohnenden Mitglieder teilnehmen. Erschienen sind 32 Mitglieder.

Der Vorsitzende, Vizepräsident Herr Hofrat Prof. Schlenk, begrüßt die Versammelten und gibt bekannt, daß die Ankündigung einer außerordentlichen Generalversammlung sowie deren Tagesordnung im Heft 47 der Vereinszeitschrift veröffentlicht worden ist; die für den 11. Dezember 1918 abends beabsichtigte Abhaltung mußte wegen der inzwischen ergangenen strengen behördlichen Beleuchtungssparmaßnahmen auf diesen Vormittag verschoben werden.

Digitized by Google

Vor Eingehen in die Tagesordnung werden die Herren Ing. W. Bonwitt und Ing. E. Dick zu Verifikatoren des Protokolls gewählt.

Da der Kassenverwalter, Herr Direktor Reich, verhindert ist, der Generalversammlung anzuwohnen, erstattet Herr Hofrat Prof. Schlenk folgenden Bericht:

„Sehr geehrte Herren: Nach § 5 der Vereinsstatuten betragen — wie bekannt — die jährlichen Mitgliedsbeiträge für ordentliche Mitglieder, welche in Wien wohnen, K 24, für ordentliche Mitglieder, welche außerhalb Wiens, jedoch im ehemaligen Österreich oder Ungarn wohnen, K 15, für außerordentliche Mitglieder K 10, für in Deutschland wohnende Mitglieder Mk. 15, für die im übrigen Auslande wohnenden Mitglieder 20 Francs.

Aus der angeführten Aufstellung ersehen Sie, daß die Mitgliedsbeiträge bisher nach den Wohnsitzen der Mitglieder abgestuft waren; im besonderen ist die Spannung zwischen dem Wiener Mitgliedsbeitrag mit K 24 und den Mitgliedsbeiträgen für die anderen Kronländer der ehemaligen österr.-ungar. Monarchie sehr groß. Eine solche Spannung war gerechtfertigt, solange der Umfang der Zeitschrift und damit auch die Herstellungskosten relativ geringe waren. Überdies war für die Wiener Mitglieder die Möglichkeit der Teilnahme an den Vortragsabenden und sonstigen Veranstaltungen — welche für den Verein mit Auslagen verbunden sind — in Rechnung gesetzt. Der Umfang der Zeitschrift hat nun im Verlaufe des letzten Dezenniums, wie die Herren wissen, sich mehr als verdoppelt. Die Herstellungskosten der Zeitschrift waren schon im Frieden auf eine solche Höhe gestiegen, daß sie das Mehrfache des Wiener Mitgliedsbeitrages betragen haben. Unter solchen Umständen war die große Spannung zwischen dem Wiener und auswärtigen Mitgliedsbeitrage längst nicht mehr gerechtfertigt. Im besonderen mußte der Provinzbeitrag als viel zu niedrig angesehen werden. Der Vereinsausschuß hatte schon vor dem Kriege des öfteren eine Regulierung der Mitgliedsbeiträge erörtert. Es bestand damals die Absicht, den Wiener Beitrag herabzusetzen und den Beitrag für die Provinzmitglieder etwas hinaufzusetzen. Inzwischen ist der Krieg ausgebrochen und hat die Verhältnisse in bezug auf die Herstellungskosten der Zeitschrift wesentlich verschlechtert. Wie alle Erzeugungskosten in der Industrie, so sind auch die in der Drucktechnik bedeutend gestiegen. Die derzeitigen Herstellungskosten haben eine Höhe erreicht, daß, wenn sie sich dauernd auf dieser Höhe erhalten sollten, die Existenz unserer Zeitschrift überhaupt in Frage gestellt wäre. Die Auslagen für das Papier der Zeitschrift, welche früher nur einen Bruchteil des ganzen Budgets ausgemacht haben, betragen heute schon die Hälfte aller übrigen Auslagen. Es sei angeführt, daß im Frieden 1 kg des verwendeten Papieres etwa 40 bis 50 Heller gekostet hat, während der heutige Marktpreis über K 5 für 1 kg beträgt. Besonders empfindlich trifft das Budget der Umstand, daß die Kosten für das Drucken der Zeitschrift, die schon im Frieden die Hauptpost in den Ausgaben ausgemacht haben, auf nahezu das Vierfache der Friedensbeträge gestiegen sind. Die Hoffnung, daß die Herstellungskosten bald auf die Höhe vor dem Kriege zurückgehen werden, dürfte trügerisch sein. Die hohen Lebensmittelpreise, die voraussichtlich noch längere Zeit anhalten dürften, werden bewirken, daß auch die Herstellungskosten für die Zeitschrift auf lange Zeit hinaus nicht wesentlich geringere sein werden.

Der Vereinsausschuß sah sich unter solchen Umständen gezwungen, schon jetzt an die Frage der Regulierung der Mitgliedsbeiträge und der sonstigen Bezugspreise für die Zeitschrift heranzutreten. Den Bezugspreis für das Abonnement der Zeitschrift konnte der Vereinsausschuß im eigenen Wirkungskreise hinaufsetzen. Die Regulierung der Mitgliedsbeiträge obliegt im Sinne unserer Vereinsstatuten der Generalversammlung. Der Ausschuß hat daher beschlossen, mit Rücksicht auf die Dringlichkeit der Angelegenheit die heutige außerordentliche Generalversammlung einzuberufen. An eine Herabsetzung der Beiträge für die Wiener Mitglieder, wie vor dem Kriege beabsichtigt, kann heute nicht mehr gedacht werden. Der Ausschuß beantragt, den Wiener Mitgliedsbeitrag in der bisherigen Höhe zu belassen und die Beiträge für alle übrigen ordentlichen Mitglieder, das ist Provinz und Ausland, auf die gleiche Höhe hinaufzusetzen. Weiters soll der Mitgliedsbeitrag für außerordentliche Mitglieder auf K 15 erhöht werden. Jene Mitglieder, bei welchen die Kosten für den Versand der Zeitschrift die für Deutschösterreich betragenden Kosten übersteigen, sollen außer dem jährlichen Beitrag auch diese Mehrkosten zu bezahlen haben.

Die Änderung der Mitgliedsbeiträge bedingt, wie bereits erwähnt, eine Abänderung des § 5 der Statuten. Der Ausschuß ist nun der Ansicht, daß es zweckmäßig ist, in der neuen Fassung des § 5 nur allgemein festzusetzen, daß die Vereinsmitglieder eine Eintrittsgebühr und jährliche Beiträge zu leisten haben. Die Festsetzung der jeweiligen Höhe soll durch die Generalversammlung erfolgen. Weiters soll in die neuen Bestimmungen aufgenommen werden, daß der Jahresbeitrag für das ganze darauffolgende Jahr bis 15. Dezember zu bezahlen ist. Da dieser Termin mit heutigem bereits abgelaufen ist, muß für die Mitgliedsbeiträge des Jahres 1919 dieser Termin erstreckt werden. Der Ausschuß stellt folgende Anträge. Die Generalversammlung wolle beschließen:

1. Daß an Stelle des § 5 der Vereinsstatuten (Pflichten der Mitglieder) folgende Bestimmungen treten:

Jedes Mitglied ist verpflichtet, an die Vereinskassa bei seiner Aufnahme eine Eintrittsgebühr und während seiner Mitgliedschaft einen jährlichen Beitrag zu leisten. Die Festsetzung der Höhe der Eintrittsgebühr und des jährlichen Beitrages erfolgt durch die Generalversammlung. Jene Mitglieder, bei welchen die Kosten für den Versand der Zeitschrift die für Deutschösterreich betragenden Kosten übersteigen, haben außer dem jährlichen Beitrag auch diese Mehrkosten zu bezahlen. Der Jahresbeitrag ist bis zum 15. Dezember für das ganze darauffolgende Jahr im voraus zu entrichten. Es ist den ordentlichen Mitgliedern gestattet, die Zahlung von Jahresbeiträgen durch einen einmaligen Betrag von K 300 abzulösen. Geleistete Beträge werden nicht rückvergütet. Korrespondierende und Ehrenmitglieder sind nicht verpflichtet, dem Vereine Geldbeiträge zu leisten.

2. Daß im Sinne der neuen Fassung des § 5 der Vereinsstatuten die von den Mitgliedern an die Vereinskassa zu leistenden Gebühren und Beiträge ab 1. Jänner 1919 wie folgt festgesetzt werden: Die Eintrittsgebühr mit K 4, der jährliche Beitrag für ordentliche Mitglieder mit K 24, für außerordentliche Mitglieder mit K 15.

3. Daß der in der neuen Fassung des § 5 der Vereinsstatuten für die Bezahlung der Mitgliedsbeiträge festgesetzte Termin für die Mitgliedsbeiträge des Jahres 1919 ausnahmsweise bis 15. Februar 1919 erstreckt wird.

Bei der anschließenden Diskussion stellt Herr Ing. Drexler zur Erwägung, ob die Festsetzung der jährlichen Beiträge in gleicher Höhe für Wien und Provinz für die auswärtigen Mitglieder — welche an den Vereinsveranstaltungen in der Regel nicht teilnehmen können — nicht eine Ungerechtigkeit beinhalte.

Der Geschäftsführer, Herr Ing. Seidener, macht aufmerksam, daß die Hauptaufwendungen des Vereines in der Herausgabe der Zeitschrift liegen; die Auslagen für Vereinsveranstaltungen sind verschwindend klein diesen Aufwendungen gegenüber. Von diesem Gesichtspunkte — der für die Geschäftsführung vor allem maßgebend sein muß — kann in der Festsetzung der Beiträge für Wien und auswärts in gleicher Höhe eine Ungerechtigkeit nicht erblickt werden. Der Geschäftsführer teilt auf Anfrage noch mit, daß der jährliche Abonnementspreis für den Bezug der Zeitschrift ab 1. Jänner 1919 mit K 32 (gegenüber dem Mitgliedsbeitrag von K 24) festgesetzt werden wird.

Herr Ing. A. Wolf findet die Vorschläge des Vereinsausschusses gerechtfertigt und betont, daß jeder Elektrotechniker es als Ehrenpflicht ansehen soll, dem Elektrotechnischen Vereine anzugehören.

Herr Ing. Rosenbaum ist der Ansicht, daß jene Stellen, wo die Zeitschrift öffentlich aufliegt, wie Kaffeehäuser usw. einen Ausnahmsabonnementpreis eingeräumt erhalten sollten. Herr Ministerialrat Ing. Kunze findet es richtig, daß der Abonnementpreis höher als der Mitgliedsbeitrag angesetzt wird; der Verein hat als fachliche Organisation ein größeres Interesse daran, Mitglieder zu werben, denn Abonnenten der Zeitschrift.

Herr Dr. Sachs (Baden, Schweiz) findet den Mitgliedsbeitrag von K 24 nicht hoch. Er ist Mitglied einer Schweizer Korporation, deren Zeitschrift (Bulletin) nur einmal im Monat erscheint; der jährliche Beitrag beträgt 25 Francs.

Der Vorsitzende hebt noch hervor, daß der Vereinsausschuß nach eingehender Beratung über die finanzielle Lage des Vereines die vorliegenden Anträge gestellt hat und schreitet zur Abstimmung.

Die Anträge des Vereinsausschusses werden per acclamationem einstimmig angenommen.

Wien, 15. Dezember 1918.

Der Vizepräsident:
Schlenk m. p.

Der Sekretär: *Ing. A. Marx* m. p.

Der Geschäftsführer: *Ing. J. Seidener* m. p.

Die Verifikatoren:
Ing. W. Bonwitt m. p. *Ing. E. Dick* m. p.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Ing. J. Seidener. — Verlag des Elektrotechnischen Vereines in Wien. — Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Elektrotechnik und Maschinenbau

Zeitschrift

des

Elektrotechnischen Vereines in Wien

und

Organ des Zweigvereines Brünn.

ANZEIGER

für Elektrotechnik und Maschinenbau.

Technische und wirtschaftliche Mitteilungen.

JAHRGANG XXXVI.

WIEN, 1918.

Verlag des Elektrotechnischen Vereines, VI. Theobaldgasse 12.

Druck von R. Spies & Co., Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

Verzeichnis der Originalarbeiten und Beiträge.

(Nach Namen der Autoren geordnet.)

Hellrigl H. v. Der Staatsfernsprecher (Telephon) und Telegraph in Österreich. 17.
— Welttelegraphen- und Welttelephonstatistik. 49.
— Das Bell-Telephonsystem in Nordamerika. 81.
— Die Innsbrucker Elektrizitätswerke. 141, 145.
— Die neuerliche Erhöhung der Post-, Telegraphen- und Telephongebühren in Österreich und in Deutschland. 173.
Hertz, Dr. Fr. Die wirtschaftliche Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege. 89, 93.
Honigmann E. Die Kursbewegung der Elektrizitätsaktiengesellschaften. 11.
— Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1917. 13.
— Die Zukunft des russischen Elektrizitätswesens in französischer Beleuchtung. 25.
— Die deutsch-österreichisch-ungarischen Handelsbeziehungen. 53.
— Die elektrotechnische Weltindustrie während des Krieges. 157.
Kaplan, Prof. Dr. Ing. V. Über schwarze und weiße Kohle. 114. 118.
Leppmann W. Englands elektrische Industrie nach dem Kriege. 137.
Mandl, Dr. Ing. Artur. Über die Arbeitsstreckung. 153.
Martell, Dr. P. Das türkische Patent- und Markenschutzgesetz. 177.
Matzinger K. Beitrag zur Technik des Schoopschen Metallspritz-Verfahrens. 69.
Oehm Otto. Montage von Aluminiumfreileitungen. 45, 85.
Perls Paul H. Weitere Arbeitsmöglichkeit für Kriegsblinde in der elektrotechnischen Industrie. 161.
Reindl C. Eine neue Kondensatorbauart für Überspannungsschutz der Hochspannungs-Apparate-Bau-Gesellschaft in Dresden. 61.
Schreiber, Dr. H. Der Geschäftsgang in der Elektrizitätsindustrie. 9, 97, 155.
Seligmann E. Die zentrale Bewirtschaftung von Rohstoffen mit besonderer Berücksichtigung der Metalle. 38.
Trott K. Ein neues Universalgerät für Freileitungen (Kurzschluß- und Erdungsvorrichtung, Schaltstange). 209.

Sachverzeichnis.

A

Abdampfturbinen 181
Abzweigungen f. Al-Leitungen. 1
Altmetalle 42
Aluminiumfreileitungen 1, 5
— —, Montage 45, 85
— industrie i. Frankreich ... 151
— im Krieg 39
—, Preisentwicklung 35
— produktion i. Amerika ... 194
— — i. Ungarn 75

Anlagen und Projekte v. Elektrizitätswerken u. elektr. Bahnen:

Allentsteig 14
Atzenbrugg 163
Berlin 15
Bihar 106
Böhm.-Kamnitz 10
Boryslaw 2
Brasso 28
Bruck a. d. Mur 71, 140
Budapest 51, 59
Czegled 106
Dellach 109
Engelhartszell 123
Erzsebelfalva 95
Esztergom 51
Fiume 31
Frankenburg 14
Frauenberg 109
Görömbely 102
Graz 51, 109
Gutenstein 6
Hermannstadt 15, 31
Horn 6, 182
Jószölgy 31
Kaplitz 182
Kenezlö 95
Keszthely 106
Krasna 102
Krems 28
Kriml 47
Kunsentmiklós Tass 47
Linz-Urfahr 179
Liptotepla 51
Littitz 31
Luzern 102
Magdeburg 15
Mailand 55
Mezökövesd 102
Michalkowitz 186
Monor 31
Muraszombat 47
Neu-Sandec 10
Nyczkowice 14
Nytra 106
Oetzerau 3
Okland 15
Orlau 186
Osijek 51
Poritsch 109
Pozsony 106
Prag 14
Prödlitz 87
Raab 182
Salzburg 51
St. Leonhard 3
St. Pölten 179
Smichow 163
Sofia 6, 28
Stein 31
Sümeg 95
Susak 107
Székesfehérvár 55
Szemeretelep 123
Szolnok 47
Tarajka 31
Tatralomnicz 28
Teplitz 28
Turóczentmárton 15
Ujpest 47
Wallsee 27

Antrieb, elektr., f. Fischereifahrzeuge 122
— f. Haushaltungsmaschinen . 210
— f. landwirtschaftl. Maschinen 185
Arbeitsstreckung 153
Ausfuhr elektr. Energie 91

B

Bahnen, elektr., Elektrifizierung in Berlin 1
— — in Holland 159
— — in Spanien 27
— Überlandbahnen im deutsch. Braunkohlengebiet 133
s. a. Anlagen u. Projekte.
Bahnverbindung in Australien: 147
— v. Kapstadt z. Kongo 147
Baumwollersatz 38
Bauxitlager 75, 83
Beleuchtungskörper, elektr. ... 163
— aus Holz 26
Beleuchtungstechnik in Japan 163
Beleuchtungsstärke f. versch. Arbeiten 1
Bell-Telephonsystem in Nordamerika 81
Bergwerksproduktion Österreichs 39, 169
— Deutschösterreichs 183
Blei, Preisentwicklung 35
Bügel f. Al-Leitungen 45
Bund f. Aluminiumleitungen .. 1
Buttermaschinen, el. angetrieb. 210

D

Dampfkessel, Anzeigepflicht .. 73
Dampfturbinen kleiner Leistung 121
—, Abdampfturbinen 181
Drahtlose Telegraphie, Antennenanlage 33

Stationen:

in Argentinien 34, 125
in Arizona 125
in Brasilien 34, 125
in Nauen 33
in Norwegen 70
in Peru 69
a. d. Philippinen 33
in Portorico 125
in Rußland 34
in San Diego 125
—, Überseeverkehr 76
—, Verkehr zwischen Frankreich und d. Vereinigt. Staat. v. A. 34
Drahtlose Telephonie, System Poulsen 70
Drehstrommotoren f. Einzeln- u. Gruppenantrieb ... 197, 205

E

Einfuhr v. Elektromaterial n. Rußland 101
Einschränkung im El.-Verbrauch 60, 193
Eisbrecher, elektr. angetr. 77
Eisenerze in Rußland 71
— — in Schweden 72
— industrie in Frankreich ... 151
— versorgung Italiens 180
s. a. Metallberichte.
Elektrizitätsaktien, Kursbewegung 11
—phänomen 115
Elektrizitätsversorgung i. Belgien 189
— in Frankreich 65, 189
— in Galizien (Kohlengebiet) . 189
— in Großbritannien .. 44, 62, 169
— für die Landwirtschaft 185
— in den Niederlanden 139
— in Norwegen 133
— in Preußen 22, 74
— in Rheinisch-Westf. Industbezirk 31, 181
— in Rußland 25
— in Sachsen 21
— in der Schweiz 153
—, Statistik 25
— in Südafrika 189
— in den Vereinigten Staaten 86, 185
— in Württemberg 21
Elektrizitätswerke
—, Einfluß d. Sommerzeit ... 171
— i. Frankreich 193
— i. Großarl 105
— d. Stadt Innsbruck ... 141, 145
—, Rheinisch-Westf. E.-W. 31, 181
—, Tariferhöhung 2
— in Sachsen 21
—, Verbrauchsregelung .. 60, 193
— in den Vereinigten Staaten, 86, 171
— v. Zürich 29
s. a. Anlagen u. Projekte.
Elektrizitätswirtschaftsgesetz . 105
Elektrotechnik im Krieg ... 121

Digitized by Google

Elektrotechnische Industrie in Großbritannien 137
— in Italien 155
— im Krieg 157
— Kriegsblindenverwendung .. 161
— in den Malayenstaaten.... 71
— v. Österreich 9, 13, 97
— in Rußland 25, 101
— in der Schweiz 45
— in den Vereinigten Staaten 70
Elektromobil-Kohlenwagen ... 181
Elektromotoren unter Wasser 181
Elektroschnellförderer 74
Entkupferung 42, 77
Erdungsvorrichtung f. Freileit. 209
Etchograph 84
Export, elektrotechn., Evidenzstelle 6
— Japans an Glühlampen.... 182
— i. d. Türkei 10
— der Vereinigten Staaten... 31

F

Fabriksbetrieb, Selbstkosten .. 91
Fabriksorganisation 117
Fabrikations-Gesellschaften, elektrotechn., in Österreich 13
Ferngasleitungen 202
Fernsprecher-Statistik in Österreich 17
Feuerung m. Koksstaub 139
Finanzierung d. Wasserkräfte 30

Firmen- und Geschäftsberichte:

Accumulatorenfabrik Berlin-Hagen 135, 199
A.-G. Elektrolytwerk Schweden 3
A.-G. für elektr. u. Verkehrsunternehmungen, Budapest 87, 96
A.-G. für Elektriz.-Anlagen Berlin 4
A.-G. für Licht- und Kraftversorgung, Dresden 6
Akkumulatorenfabrik Oerlikon 84
Aktieselskab Accumulatorenfabrikken, Kopenhagen . 48
Allgem. Elektr. Ges., Berlin 135, 199, 206
A. E. G.-Union Elektr. Ges. Wien 6, 98, 131
Allgem. Nederlandsche Electriciteits Maatschappij 104
Allgem. Schwedische Elektr.-Ges. 28
Aluminium-Industrie A.-G. Neuhausen 48
Ampere Elektriz.-Ges. Wien 31
Ariadne, Draht- u. Kabelwerke A.-G. Wien 154, 166
Ateliers de constructions électriques du Nord 11
Berliner Elektr. Straßenbahn A.-G. 88
Berliner Maschinenbau Schwartzkopff 3
Böhmerwald-Holzimprägnier-Werke Budweis..... 150
Böhm.-mähr. Elektrotechn. Werke Fr. Křižik A.-G. Prag 47
Bodnar es Tarsa, Budapest. 59
Bosch Robert, G. m. b. H. Wien 95
British Thomson-Houston Co. 160
Brown, Boveri & Co. Baden 150
Brünner elektr. Straßenbahn 48
Brüxer Straßenbahn- und Elektr.-Ges. 155
Budapester Straßenbahn ... 59
Budweiser Kleinbahnen 48
Bund der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen Deutschlands 103
Canadian General Electric Co. 92
Centrale d'énergie électrique 124
Christ Söhne Ad. & O., A.-G. Basel 22
Comp. centrale d'energie électrique 4
Comp. d'Electricité de l'Est Parisien..... 23, 32
Comp. d'électricité industrielle 60
Comp. de l'industrie électrique mécanique Genf 127
Comp. des lampes électriques de Provence..... 31
Comp. Electrique de la Loire et du Centre 23
Comp. Electro-mécanique, Paris 67
Comp. générale de Distribution d'énergie électrique 124
Comp. générale d'électricité Paris 11, 32
Comp. générale française et continentale d'électricité 11
Comp. Parisienne de Distribution d'électricite 124
Continentale Ges. für elektr. Unternehmungen Nürnb. 125
County of London Electric Supply 88
Czernowitzer Elektrizitätswerk und Straßenbahn.. 119
Detroits Edison Company 68
Deutsche Kabelwerke A.-G. Berlin-Lichtenberg 60
Deutsche Maschinenfabrik A.-G. Duisburg 28
Drahtloser Überseeverkehr A.-G. Berlin 76
Eclairage électrique Paris 23
Edison Swan Electric Comp. 32
Eisenburger Elektrizitätsw. 67
Electricité de Paris 11, 23
Elektrika, Kohlenbergbau-Ges. m. b. H. Wien 22
Elektrische Bahn Dornbirn—Lustenau 111
Elektrische Glühlampenfabrik Watt A.-G. ... 10, 103, 130
Elektrische Kleinbahn Graz—Mariatrost 52
Elektr. Kleinbahn Meran—Obermais 135
Elektr. Kraftversorgung A.-G. Mannheim 23
Elektr. Licht- u. Kraftanlagen Berlin 4
Elektr. Straßenbahn Breslau 11
Elektrizitäts-A.-G. vorm. Kolben & Co., Prag..48, 59
Elektriz.-A.-G. vorm. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M. 48
Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnb. 3
Elektrizitätsgesellschaft Alioth Basel 67
Elektrizitätsgesellschaft Conti Mailand 62
Elektrizitätsgesellschaft Eregli 23
Elektrizitäts-Lieferungs-Ges., Berlin 87
Elektrizitätsverband Gröba 107
Elektrizitätswerke Liegnitz A.-G. 96
Elektrizitätswerk Michle, Prag 10
Elektrizitätswerk Sosnowice 11
Elektrizitätswerke Stern & Hafferl A.-G., Gmunden 6, 109
Elektrizitätswerke Steyr ... 123
Elektrizitätswerk u. Straßenbahn Reichenberg 118
Elektrizitätswerke des Kant. Zürich 126
Elektrochemische Werke Würenlingen A.-G. 35
Elektro-Material Zürich..... 48
Elektro-Union-Gesellschaft Wien 143
Elitewagen A.-G., Berlin... 34
Energie électrique du Sud-Ouest 104
Ericsson, Österr. Elektr.-A.-G. 28
Fabrik isolierter Drähte (Vogel), Berlin..... 11
Felten & Guilleaume A.-G., Wien 59
Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G., Köln-Mülheim 88
Ferrovia Elettrica locale dell' Alta Anaunia, Trient.... 52
Fusion französischer Gesellschaften 48
Gablonzer Straßenbahn- u. Elektr.-Ges..... 131
Ganzsche Elektriz.-A.-G., Budapest 103
Gas- u. Elektrizitätswerk, Lissabon 60
Geist, Ernst H., Elektr.-A.-G., Köln 4
General Electric Co., London 59, 127
General Electric Co., Schenectaty 68
Gesellschaft für elektr. Beleuchtung von 1886, St. Petersburg 28, 143
Gesellschaft für elektr. Industrie, Wien 109
Gmundner Elektrizitäts-A.-G. 99
Grazer Tramway-Gesellschaft 107
Große Berliner Straßenbahn 67
Große Kasseler Straßenbahn 23
Große Leipziger Straßenbahn 11
Hackethal-Draht- u. Kabelwerke, Hannover 60
Hartmann & Braun A.-G., Frankfurt a. M. 103
Hermannstädter Elektrizitätswerk A.-G..... 87
Hirss & Co., Wien 22
Hohenfurther elektr. Lokalbahn 48
Isaria-Zählerwerke München 163
Istrianer Elektrizitäts- und Kleinbahn-Ges., Pola.... 91
Jordan, E. G. m. b. H., Wien 31
Kabel- u. Gummifabrik Pirelli, Mailand 62
Kabelfabrik u. Drahtindustrie A.-G., Wien 96
Kärntner Seekraftwerke Ges. m. b. H., Wien 62
Kleinbahn Kemmelbach-Ybbs 11
Kölner Erzbergbau A.-G.... 59
Körtings Elektr.-Werke A.-G., Berlin..... 131
Kraftübertragungswerke Rheinfelden 88
Kraftwerk Glambocksee.... 23
Krakauer normalspurige Kleinbahnen 48
Land- u. Seekabelwerke Köln-Nippes..... 88
Landwirtschaftliche Elektrizitätsgesellschaft m. b. H., Kremsier 3
Lech-Elektrizitätswerke A.-G. Augsburg 4
L'Energie Electrique, Rhône et Jura, Paris 48
Leobersdorfer Stahlwerke A.-G., Wien 6
Les exploitations électriques 104
Ligurische u. Toskanische Elektriz.-Ges., Livorno .. 48
Linke-Hofmann-Werke, Breslau 3
Lloyd-Dynamowerke A.-G., Bremen 59
Lorenz A.-G., Berlin..... 140
Mähr.-Ostrauer Elektr.-A.-G. 34
Mannesmannröhren - Werke, Düsseldorf 6
Merseburger Überlandbahnen A.-G. 95
Metallzentrale A.-G., Wien 65
Metropolitan Electric Supply, London 68
Meyer, Dr. Paul, A.-G., Berlin 19, 87
Meyer, Ing. G. W., Bodenbach 199
Miskolczer Elektrizitäts-A.-G. 76
Neugründungen von Stickstoffwerken..... 32
Niederrheinische Licht- und Kraftwerke Rheydt..... 132
Niederschles. Elektr.- und Kleinbahn-A.-G., Waldenburg..... 3
Newcastle Electric Suply Co. 78
Oberösterr. Wasserkraft-Ges. m. b. H., Linz 47
Österr. Brown-Boveri-Werke A. G., Wien 202
Österr. Siemens-Schuckert-Werke, Wien 118
Österr.-ungar. Elektro-Schweißmaschinen-Ges. m. b. H., Wien 55
Oriental Telephone and Electric..... 52
Ouest Parisien, Paris..... 68
Pariser elektrische Bahnen.. 211
Pervesler Friedrich, Wien.. 96
Polnische Gesellschaft für elektr. Unternehmungen 143
Prager elektr. Unternehm. 3
Ragusaner elektrische Bahn 3
Reiniger, Gebbert & Schall A.-G., Berlin 11
Rhein. Elektrostahlwerke, Schoeller, v. Eynern & Co., Bonn..... 28
Rhein. Schuckert-Ges. f. e. Industrie, Mannheim ... 4
Rhein.-Westf. Elektrizitätswerk A.-G., Essen 31
Richardt & Möse Elektriz.-Ges., Wien 96
Rittnerbahn, Bozen 67
Rostocker Straßenbahn..... 60
Sachsenwerke Niedersedlitz 60, 67
Scheiber & Kwaysser, Wien 187
Schles. Elektriz.- u. Gas-A.-G. Breslau 11, 125
Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie, Basel.. 88
Schweiz. Kraftübertragung A.-G. 95
Siemens Elektrische Betriebe Berlin 140
Siemens & Halske, Berlin.. 3, 150
Siemens-Schuckertwerke, Berlin 3
Società elettrica et electrochimica del Caffaro..... 60
Società Idro elettrica Veneta 4
Società Varesina per Imprese Elettriche in Varesa 199
Soc. d'exploitation des cables électriques Systeme Berthoud, Borel & Co..... 84
Société Générale de Force et Lumière 55
Société générale suédoise d'électricité 60
South Metropolitan Electric Light and Power Co.... 78
St. James Pall Mall Electric Light Co., London..... 78
St. Pöltner Straßenbahn.... 76
Steiermärkische Elektrizitäts-Ges., Graz 98
Straßen-Eisenbahn-Ges., Hamburg 60
Sud Electrique, Paris 23
Telephonfabriks-A. G., Budapest 202
Telephonfabrik Berliner, Hannover 4
Teschener Straßenbahn 3
Thomson-Houston, Paris ... 87
Tramway- u. Elektr.-Ges., Linz-Urfahr 134
A. Triebelhorn & Co. A.-G., Feldbach..... 35
Triester Kleinbahnen 11
Troppauer Kleinbahn 3
Ungar. Elektrizitäts-A.-G. i. Budapest 87
Ungar. Elektrizitäts- u. Metallwarenfabriks A.-G., Budapest 10
Ungar. Metallimport- u. Handels-A.-G., Budapest.... 6
Vereinigte Elektrizitäts-A.-G., Wien 194
Vereinigte Glühlampen- u. Elektrizitäts-A.-G., Ujpest 47
Vereinigte Telephon- u. Telegraphenfabriks-A.-G., Wien 10
Vereinigung österr. Elektrizitätswerke 103
Virglbahn Bozen..... 3
Voltohm, Seil- u. Kabelwerke A.-G., Frankfurt a. M... 34
Westfälisches Verbandselektrizitätswerk, Dortmund 125
Westinghouse Cooper Hewitt G. m. b. H., Berlin..... 35
Westinghouse Electric and Manufacturing Company.. 210

Digitized by Google

Westinghouse Elektrizitäts-Ges. m. b. H., Berlin .. 34
R. Wolf A.-G., Magdeburg.. 134
Yorkshire Electric Power... 60
Zelanders elektrotechn. Handelsgesellschaft, Amsterd. 88
Fleischhackmaschine, el. angetr. 210
Freileitungen aus Aluminium 1, 5, 85
—, Erdungsvorrichtung..... 209
—, Kapazitätsbelastung 53
—, Montage 85
—, aus Zink 29
s. a. Leitungen.
Funkentelegraphie s. Drahtlose Telegraphie.

G

Gaswerke, Tariferhöhung 2
Gesellschaft z. Bekämpfung d. Staub- und Rauchplage ... 139
Gewerbl. Rechtsschutz i. d. Türkei 177
Glas, Färben m. Selen 182
Glimmerfräsapparat 174
Glühen, elektr., von Werkzeug. 125
Glühlampen, Bedarf i. Amerika 167
— Preise 14
— transportabel 189
Grobblechverband s. Metallberichte.

H

Handelsbeziehungen Österreich-Ungarns und Deutschlands 53
Heizung, el., f. Kleider 174
— f. Vulkanisierapparate 166

I

Industrie Österreichs, elektrische Betriebe, ... 101, 190
— elektrotechn., s. Elektrotechnische Industrie.
— Japans 197
— in den Vereinigten Staaten, Kraftbedarf 190
Industriellentag 118
Installationen in der Schweiz 169
Isolierband, Sigma-Cellon..... 162

J

Jahresversammlung der Vereinigung italienisch. Elektrotechniker 70

K

Kabelschuhe f. Zinkleitungen 29
Kaffeemühle, elektr. angetrieb. 210
Kapitalserhöhung der elektrot. Fabriken in Österreich..... 13
Karbidindustrie i. d. Schweiz 154
Karbokohle 182
Kartoffelzerkleinerungsmaschin. elektr. angetrieb. 210
Kautschukproduktion 91
Kerbverbinder f. Leitungen... 153
Kleider f. Piloten, el. geheizt 174
Klemmhülsen f. Zinkleitungen 29
Kochen, elektr. 77
Kohlenbergbau in Österreich, Statistik 27, 106
—kontrolle i. England 201
—produktion in China 71
— — i. d. V. St. 75
— — d. Welt 113
—, rauchlose 182
—steuer in Österreich 57, 82,
— — in Ungarn 130
—vorräte d. Welt 61, 113
Kommutatorschleifapparat ... 174
Kompressorantriebe m. Schraubenradgetriebe 181
Kondensatoren f. Überspann. 61
Kraftbedarf a. d. Erde 117
— — d. Industrie i. Amerika 190
—quellen a. d. Erde 113
—wirtschaftsgesetz 10
Kriegsanleihe-Versicherung 16, 100, 104
Kriegsbeschädigte f. el. Betriebe 92
Kriegsblinde, Verwendung i. d. elektr. Industrie 161
Kriegsmetalle 39
Kriegswirtschaftsfragen 89
Kupferelektrolyse 40
—erzeugung in Amerika 109, 183
—, Preisentwicklung 35
s. a. Metallberichte.
Kurse d. Elektrizitätsaktien... 11
Kurzschlußvorrichtung f. Freileitungen..... 209

L

Leitungen aus Aluminium 1, 45, 85
—, Kerbverbinder 153
—, Klemmhülsen 29
—, Kosten d. Anlagen i. Amerika 178
—, Schellenklemme 5
s. a. Freileitungen.
Lichtbäder, künstl. 122
Lichtpausmaschinen 179
Lieferungsausschreibungen 4, 171
Literatur:
Buchbesprechungen:
Hertz, Dr. Fried. Die Produktionsgrundlagen der österr. Industrie vor und nach dem Kriege, insb. im Vergleich mit Deutschland Von L. Honigmann. 101
Kaindl J. J. Kaindls Reklame-Bücherei. Von L. Rosenbaum. 102
Laschinski O. Die Selbstkostenberechnung im Fabriksbetriebe. Von Ing. C. M. Lewin 91
Regenhardts Geschäfts-Kalender f. d. Weltverkehr 1918. 75
Sachsenberg, Dr. Ing. Grundlagen der Fabriksorganisation. Von C. M. Lewin..... 117
Schmid A. Die wirtschaftliche Bildung. Von E. Honigmann 9
— Studiennachrichten der Exportakademie. Von Hacker 27
Schreiber, Dr. H. Das Recht des Coupons 130
— Das Elektrizitätsphänomen in seinen rechtlich-wirtschaftlichen Besonderheit. 115
Protokoll d. Industriellentages 118
Neue Bücher: 68, 70, 75, 111, 130, 150, 154, 171, 190

M

Magnetbremse 198
Maschinen, elektr., Anzeigepflicht 73
Metallausbau aus el. Anlagen 77
—bericht 7, 15, 23, 32, 52, 55, 63, 71, 79, 88, 99, 107, 115, 127, 135, 143, 151, 167, 175, 186, 194, 202
—, Kriegsmetalle 39
—preise 35, 52, 64
—säge, elektr. betrieb. 174
—spritzverfahren, Zerstäub.-Druck 69
—, Übergangswirtschaft 186
—, Verwendung u. Anzeige .. 201
—zentrale A.-G..... 38
Metrisches System i. Amerika 164
Milchseparatoren, el. angetrieb. 210
Mo era 139
Montage v. Al-Leitungen. 1, 5, 85
— v. Zinkleitungen 29
Montanindustrie i. Österreich u. i. Deutschösterreich s. Bergwerksproduktion.

N

Nietverbinder f. Al-Leitungen 5

O

Ofen, elektr., Héroult-Ofen ... 154
—, Raffinierofen f. Kupfer ... 41
—, Schmelzofen f. Kupfer ... 40
Organisation in Fabriken 117
— d. Rohstoffwirtschaft 38

P

Papiererzeugung aus Laub.... 175
Patentgesetz i. d. Türkei 177
—wesen, Statistik f. Engl. ... 163
— —, Sonderkurse 160
Photometer, direkt zeigend... 178
Platin, Anzeigepflicht..... 79
—, Produktion 186
—, Welterzeugung 72
Posidonienschiefer i. Württemb. 21
Preise f. Metalle 35
s. a. Metallberichte.
Preiserhöhung f. Glühlampen.. 14
Projektionsapparate m. Glühlampen 170
Pumpen, Elektromotorpumpen 181

Q

Quarzlampen f. Lichtbäder.... 122
Quecksilber, Welterzeugung ... 72
— dampflampe Silica..... 179

R

Regulierapparate f. Elektromot. 133
Reklamebücher 102
Richtpreise f. Eisen..... 52, 64
s. a. Metallberichte.
Röhrenvereinigung, deutsche, s. Metallberichte.
Rohstoffe-Bewirtschaftung 38

S

Salpetersäure-Erzeugung 38
Salz, elektr. Gewinnung i. Norwegen 191
Schaltstange f. Freileitungen 209
Schellenklemme f. Leitungen 5
Schleifapparat f. Kommutator. 174
Schnellpressen, Anlasser 133
Schraubenverbinder f. Al-Leit. 5
Schoopsche Metallspritzpistole 69
Schweißen, elektr., v. Gußeisen 165
— d. Schiffswand 75
— v. Werkzeugen 125
Selbstkostenberechnung..... 91
Selen als Glasfärbemittel..... 182
Sparmetalle 39
Spinnmaschinen, Drehstrom-motorantrieb 197, 205
Sprengmittelerzeugung 39
Stabeisenverband s. Metallber.
Stahltrust s. Metallberichte.
Statistik d. Bergbauproduktion Österreichs f. 1915..... 169
— d. Elektrizitätswerke in Rußland 25
— d. elektr. Zugbeleuchtung 26
— d. Kohlenbergbaues i. Österr. 27, 57
— d. Kohlenvorräte 61
— d. Patentamtes 82
— d. Patente i. Großbritannien 163
— für Telephonie, i. Amerika. 82
— f. Telegraphie u. Telephonie in Österreich 17, 47
Stickstofferzeugung 38
—, Neuanlagen i. Amerika... 32
Stipendienausschreibung 112
Stromlieferungsunternehmungen in Österreich 9, 13

T

Tarife i. El.-Werken f. Kochstrom 77
— Erhöhung b. d. El.-Werken 2
— — b. d. Gaswerken 2
— f. Teleph. u. Telegraph.... 173
Technische Ausbildung 89
Telegraphengebühren 173
— statistik 17, 81
— anlage i. Bolivien 182
Telephon i. Amerika 81
— gebühren 173
— i. Italien 78
— statistik 17, 79
Transformatoren, Anzeigepflicht 73
Trocknungsanlagen für Obst 147
Turbogeneratoren d. S.-S.-W. 53

U

Überspannungsschutz..... 61
Uhrenanlage, elektr. 30
Unfälle i. England 147

V

Verein z. Förderung v. Erfind. 64
Vereinigung öst.-ung. El.-Werke 103
Verordnung des Handelsministers vom 23. 4. 1918, RGBl. Nr. 149, 150, betr. Anzeige u. Verkehr v. Maschinen u. Kesseln 73
— d. Min. f. L.V. vom 29. 4. 1918, RGBl. Nr. 155, betr. Metallausbau aus elektrisch. Betriebsanlagen 77
— d. Min. f. L.V. vom 29. 4. 1918, RGBl. Nr. 154, betr. Anzeige u. Ablieferung von Platin 79
Vollzugsanweisung:
— d. Staatsamtes f. öff. Arbeit. vom 14. 11. 1918, betr. Verbrauchsregelung v. El.-Werk. 193
— d. Staatsamtes f. Kriegs- u. Übergangswirtschaft vom 3. 12. 1918, betr. Anzeige v. Metallen 201
Vulkanisierapparat 166

W

Walzwerke, elektr. angetrieb. . 69
Wärmeschutzmasse..... 139
Wasserkräfte..... 201
— d. Donau b. Wallsee 27
— d. englischen Imperiums... 169
— d. Erde 113
—, Finanzierung..... 30
— in Galizien 78
— in Indien 148
— in Island 170
— in Italien 83
— d. Neu-England-Staaten ... 201
— d. Niagara 170
— in Österreich 33, 65, 85, 129, 149
— d. Rhône 65
— in Rumänien 61
— in Rußland 25
— in Spanien 190, 193
— in Steiermark 125
Wasserkraft-Elektrizitätswerke)
— in Australien 139
— in Großarl 105
— am Matterhorn 180
— in Norwegen, zur Salzerzeug. 191
— bei Wallsee 27
— in Württemberg 21
s. a. Anlagen u. Projekte.
Webstuhl, Drehstrommotor-Antrieb 206
Werkzeuge, elektr. Glühen.... 125
Werkzeugmacher, weiblicher .. 179
Wirtschaftliche Ausbildung 9, 89, 93
Wolfram-Bogenlampe..... 181
—, Weltproduktion 71

Z

Zählerfabriken, Teuerungszuschläge 179
Zentral-Preisprüfungskommiss. 72
—Verband, deutscher Elektrotechniker 47
Zinkerzeugung 41
— in Amerika 109
— leitungen, Installations-Verf. 29
—, Preisentwicklung 35
Zinn, Preisentwicklung 35
Zugbeleuchtung, elektr., Statistik 26

Digitized by Google

Digitized by Google

Wien, 6. Jänner

ANZEIGER

1918 — Heft 1

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Montage von Aluminium-Freileitungen. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. Lieferungsausschreibung.

Die Montage von Aluminium-Freileitungen.

Die Notwendigkeit, für das zu elektrischen Starkstromleitungen bisher fast ausschließlich verwendete Kupfer ein Ersatzmaterial zu finden, ist jetzt zur Zeit des Krieges größer denn je.

Eisen und Zink können als Leitungsmaterial nur vorübergehende Bedeutung haben, denn die Verluste in solchen Leitungen sind erheblich und beeinträchtigen die Rentabilität der Anlagen äußerst ungünstig.

Gute Erfahrungen hat man indessen schon seit Jahren mit Aluminium an Stelle von Kupfer gemacht*): einer allgemeineren Einführung stand jedoch der hohe Preis und die Abhängigkeit vom Ausland hemmend entgegen. Nachdem nun jedoch die inländische Produktion von Aluminium erheblich gesteigert worden ist und auch die Gestehungskosten geringer sind, geht man dazu über, Kupferleitungen durch Aluminiumleitungen in umfangreicher Weise zu ersetzen.

Bei der Verlegung von Freileitungen aus Aluminium müssen — der Eigenart des Materiales entsprechend — besondere Vorsichtsmaßregeln eingehalten werden, wenn man eine dauernd betriebsichere Anlage erhalten will**).

Aluminium ist ein weiches Metall von ungefähr der halben Festigkeit des Kupfers. Eine sehr sorgfältige Behandlung ist daher Bedingung und es ist besonders darauf zu achten, daß Aluminiumseile bei Verlegung nicht durch Unachtsamkeit verletzt werden, weil dadurch die Bruchfestigkeit empfindlich leidet. Scharfkantige Werkzeuge, wie z. B. Froschklemmen, sind zu vermeiden oder so zu verwenden, daß eine direkte Berührung des harten Eisens mit dem Leitungsseil vermieden wird. Durch Verwendung von Blechbeilagen aus Aluminium läßt sich dies gut verhindern.

Das Abwickeln und Auslegen des Leitungsseiles erfolgt am besten, indem man von der Trommel abrollt. Auf keinen Fall darf das Seil über festen oder steinigen Boden geschleift werden. Ein Durchziehen über scharfe Kanten, Traversen, Isolatorenstützen oder dgl. ist unbedingt zu vermeiden und empfiehlt es sich, Rollen zu verwenden, die mittels Haken an den Isolatorenstützen eingehängt werden und so eingerichtet sind, daß das Leitungsseil seitlich eingelegt werden kann.

Zur Befestigung der Aluminiumseile an den Isolatoren werden die in den Abb. 1 und 2 dargestellten Bunde empfohlen, wobei besonders darauf aufmerksam gemacht sei, daß die bei Kupferleitungen üblichen Bunde für Aluminiumseile nicht verwendbar sind und die Anwendung derselben sehr bald Betriebsstörungen ergeben würde.

Der Bund nach Abb. 1 ist für Niederspannungsleitungen anzuwenden, bei denen die Entfernung der Masten untereinander nicht mehr als 30 m beträgt. Man bewickelt zu seiner Herstellung das Leitungsseil auf eine Länge von zirka 15 cm mit zirka 3 mm starkem Aluminiumdraht. Hiedurch wird ein mechanischer Schutz erreicht, welcher verhindert, daß das Leitungsseil direkt mit dem Isolator in Berührung kommt und sich durch Wind

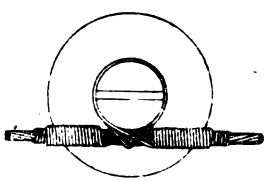


Abb. 1.

verursachte Schwankungen im Laufe der Zeit durchscheuert. Die Bewicklung an der Berührungsstelle, gibt derselben eine gewisse Steifheit, welche diese Schwankungen dämpft. Wie aus der Skizze ersichtlich wird im Übrigen dann an der umwickelten Stelle in gewöhnlicher Weise abgebunden.

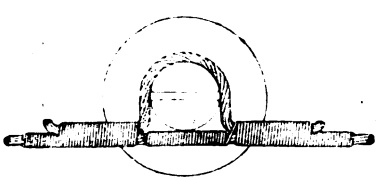


Abb. 2.

Der Bund nach Abb. 2 ist für Hochspannungsleitungen, bezw. Leitungsanlagen mit größeren Mastentfernungen bestimmt. Er bietet eine wesentlich größere Sicherheit, wie der Bund Abb. 1, ist jedoch in der Herstellung teurer und schwieriger wie letzterer. Wie die Abbildung zeigt, werden besondere Bügel verwendet, die sich der Form des Isolatorenkopfes anpassen. Diese Bügel aus Aluminiumseil von gleichem Querschnitt, wie das zu befestigende Leitungsseil, werden durch Umwicklung mit einem zirka 3 mm starken Aluminiumdraht mit dem Leitungsseil verbunden, nachdem letzteres vorher an der Berührungsstelle ebenfalls durch eine Umwicklung wie bei Bund Abb. 1 mechanisch geschützt wurde. Bei einiger Geschicklichkeit kann die Befestigung des Bügels und die Anbringung der Schutzwicklung auch mit einem einzigen Stück Bindedraht erfolgen. Man geht dabei in der Weise vor, daß man links vom Isolator zunächst das Seil auf zirka 5 cm Länge bewickelt, dann den linken Schenkel des Bügels mit dem Seil durch Umwickeln verbindet, hierauf die Berührungsstelle schützt, sodann den Bügel um den Isolatorenkopf legt und dann den rechten Schenkel des Bügels durch Umwickeln ebenfalls mit dem Seile verbindet und das Seil darüber hinaus wegen der Festigkeit noch auf eine Länge von zirka 5 cm mit Bindedraht umgibt.

Um das Lösen der Verbindung zu verhindern, werden bei beiden Bunden die Enden des Bindedrahtes in der Weise festgemacht, daß man mit dem Schraubenzieher vorsichtig eine Seilader hebt, den Bindedraht durchsteckt, über die nächste Seilader gehen läßt, die darauffolgende wieder hebt und nochmals durchsteckt.

Das Spannen der Leitungen und die Regulierung des Durchhanges sind sorgfältig auszuführen und die Leitungsseile im Durchhang gegenseitig auszuregulieren. Es ist darauf zu achten, daß die Durchhänge nicht zu gering genommen werden und es ist auf die bei Aluminium wesentlich größere Veränderung des Durchhanges durch Wärmeausdehnung Rücksicht zu nehmen. Auf keinen Fall soll man unter der zulässigen Beanspruchung bleiben, damit die Gefahr des Zusammenschlagens der Leitungen verhindert wird. Bei Neuanlagen ist dies gleich von vornherein zu beachten und größere Isolatorenabstände zu wählen. Wenn irgend angängig, ist in allen Fällen die Entfernung der stromführenden Aluminiumleitungen von den Erdungsdrähten zu vergrößern, damit die Gefahr einer Berührung durch Windstöße und damit hiedurch verursachtes Abschmelzen vermieden wird.

Endlich sei noch darauf hingewiesen, daß Berührungsstellen von Kupfer mit Aluminium unbedingt gegen Luft und Feuchtigkeit dicht abzuschließen sind, um zersetzenden Erscheinungen vorzubeugen, die besonders stark zwischen Aluminium und Kupfer, weniger zwischen Aluminium und Eisen auftreten. Schutzanstriche mit geeigneten Lackarten sind erforderlich für alle Abzweig- und Verbindungsstellen von verschiedenen Metallen, aber auch erwünscht für Verbindungen und Abzweigungen von Aluminiumleitungen untereinander. Es existieren hiefür spezielle Lackarten und Kittmassen, welche gegen atmosphärische Einflüsse unempfindlich sind.

(Schluß folgt.)

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seiten 65, 229, 365.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz., Seite 240.

Rundschau.

Elektrisierung der Berliner Stadtbahn. Wie die Regierung dem preußischen Landtag mitteilt, sind die Arbeiten zur Elektrisierung der Berliner Stadtbahn auch in der Kriegszeit nach Möglichkeit gefördert worden. Einige Versuchszüge mit Triebgestellen für einphasigen Wechselstrom hätten noch vor dem Kriege fertiggestellt werden können; um sie auszuproben und in allen Einzelheiten zu vervollkommnen, wurden mit ihnen seit längerer Zeit Fahrten auf Teilgeführt. Die Verwertung von Torf zur Erzeugung elektrischer Arbeit sei in Betracht gezogen. Aller Voraussicht nach würden sich die wesentlichen Versuche bald nach Beendigung des Krieges abschließen lassen; die neue Vorlage würde dann möglichst bald beim Landtag eingebracht werden. Die 1913 bewilligten Mittel seien größtenteils zur Erwerbung von Braunkohlenvorkommen bei Bitterfeld und Lübbenau beansprucht worden; der Betrieb sei durch diese Erwerbungen auf 70 bis 90 Jahre hinaus gesichert.

Stärke der Beleuchtung. Über die bei einer mäßigen Werte der mittleren Stärke der Beleuchtung in Lux gibt die folgende Zusammenstellung von Dr. Halbertsma in seiner Schrift „Winke für die Projektierung elektrischer Beleuchtungsanlagen"*) Aufschluß.

Es gelten für verschiedene Arbeiten folgende Werte in Lux:

Feine Arbeiten (Gravieren, feine Stickereien u. dgl.)	150
Zeichensäle	100—150
Webereien (dunkle Stoffe)	100
Feinmechanische Werkstätten	80—100

Digitized by Google

Bureauräume	60—80
Webereien (hell)	60
Dreherein und Feinmontage	50
Gießereien und Grobmontage	30
Magazine, Treppen, Gänge	10—20

Als Wirkungsgrad der Beleuchtung, das ist das Verhältnis des auf die Grundfläche auftreffenden Lichtstromes zu dem von den Glühlampen erzeugten, ist 0·5 bis 0·15, je nach Beschaffenheit und Form der Wände, anzusetzen.

Für den gefahrlosen Verkehr sowie zur Vermeidung von starken Kontrasten ist eine ausschließliche Verwendung der Arbeitsplatzbeleuchtung nicht empfehlenswert; eine gewisse Allgemeinbeleuchtung ist daneben erforderlich. Für neuere Beleuchtungsanlagen in Innenräumen kommen jetzt nur mehr gasgefüllte Glühlampen an Stelle der Bogenlampen in Betracht*).

*) E. u. M. 1917, Seite 487.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Erzeugungskosten für Elektrizität und Gas. In den „AEG-Mitteilungen“ wird darauf hingewiesen, daß die Kosten für Kohle und andere Betriebsmaterialien um mehr als 100% seit Kriegsausbruch gestiegen sind und daß zudem die Werke noch für Kriegsfürsorgezwecke aufzukommen haben. Die den Lieferungsverträgen zugrundeliegenden Berechnungen sind dadurch völlig umgestoßen. Der Großabnehmer, der jetzt selbst zufolge der allgemeinen Erhöhung der Erzeugungskosten höhere Preise für seine Erzeugnisse ansetzt, wird billigerweise nicht verlangen, daß ihm zu verlustbringenden Preisen geliefert wird; er wird daher den Werken eine Preiserhöhung bewilligen.

Noch augenfälliger sind die Einwirkungen der Kriegsverhältnisse auf die in den Konzessionsverträgen für die Belieferung der Kleinverbraucher getroffenen Tarifvereinbarungen. Denn hier wirken außer der Erhöhung der Betriebskosten noch weitere Momente. Die Kosten für den Anschluß der Abnehmer sind unter der Voraussetzung dauernder und unbehinderter Abnahme verausgabt, die Tarife unter der Voraussetzung einer Mindestbenutzungsdauer der angeschlossenen Anlagen festgesetzt worden. Die Einführung der Sommerzeit, die behördlich verfügten Einschränkungen des Licht- und Kraftverbrauchs, die Stillegung von Betrieben oder Maschinen, wie zum Beispiel der Schrotmühlen auf dem Lande, haben die Voraussetzungen der Verträge teils einschneidend verändert, teils aufgehoben. Zahllose Kleinabnehmer, die zur Fahne einberufen sind, erfüllen die beim Anschluß eingegangenen Bezugsverpflichtungen überhaupt nicht oder nur unvollkommen. Eine größere Anzahl von Kreisen, Städten und Gemeinden hat aus diesen Gründen freiwillig in eine Erhöhung der Tarife, vielfach um den als angemessen zu bezeichnenden Satz von 25%, gewilligt.*) Die Elektrizitäts- und Gaswerke leistungsfähig zu erhalten, liegt im wohlverstandenen Interesse der Kommunalverbände, und sie können bei ihren jetzigen Entschließungen nicht außer acht lassen, daß der Betrieb der Elektrizitäts- und Gaswerke während des Krieges nicht nur mit einer ganz ungewöhnlichen Steigerung der Betriebskosten, sondern auch mit einer außerordentlichen Abnutzung der Anlagen verbunden ist, und daß die nach dem Kriege zu beschaffenden Erneuerungen wesentlich gesteigerte Preise bedingen werden. Die Zeitung weist darauf hin, daß die Elektrizitätswirtschaftsstelle und die Gasstelle es daher im Interesse der ungestörten Aufrechterhaltung der Elektrizitäts- und Gaswirtschaft für erforderlich und für gerechtfertigt halten, daß den Werken von den Verbrauchern den gesteigerten Erzeugungskosten entsprechende Preise gewährt werden.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 215, 326, 327, 359.

Anlagen und Projekte.

Borysław. Die Vereinigte Elektrizitätsgesellschaft beschäftigt sich mit dem Plane der Errichtung eines großen Elektrizitätswerkes für das Petroleumrevier Drohobycz-

Leitungsmaste
Guido Rütgers, Wien IX. Liechtensteinstraße 20.

REIMER & SEIDEL
WIEN XVIII.
Elektrizitätszähler-Fabrik

C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H
RUHLA i. Thüringen

Digitized by Google

Boryslaw. Die Kosten des Werkes sollen sich auf 20 bis 25 Millionen Kronen stellen.

St. Leonhard in Kärnten. Der Sägewerksbesitzer Albin Köppl beabsichtigt sein am Lavantflusse gelegenes Sägewerk durch den Einbau einer Turbine mit einer Leistung von 80 PS auszubauen.

Oetzerau in Tirol. Durch Unterstützung des Pfarrers Fürzutter aus Plamgeross wird gegenwärtig in Oetzerau ein Elektrizitätawerk erbaut.

Firmennachrichten.

Ragusaner elektrische Bahn. Der Vizepräsident des Verwaltungsrates Nikol. Srincich hat seine Stelle zurückgelegt. An seine Stelle wurde Dr. Baldo Podič in Ragusa gewählt.

Landwirtschaftliche Elektrizitätsgesellschaft m. b. H. Kremsier. Unter dieser Firma wurde eine neue Elektrizitätsgesellschaft beim Handelsgericht in Ung. Hradisch eingetragen.

Linke-Hofmann-Werke, Breslau. Diese A.-G. plant die Erhöhung des Grundkapitals um Mk. 2 725 000. Auch ist eine Änderung des Firmawortlautes beabsichtigt.

Elektrochemisches Werk in Schweden. Unter dem Namen A.-G. Elektrolytwerk ist dieser Tage, wie „Handelsmuseum" mitteilt, ein Unternehmen gegründet worden, welches elektrolytisches Kupfer und im Zusammenhange damit auch andere Metalle wie Nickel, Kobalt herstellen wird. Die Verwaltung der Gesellschaft wird ihren Sitz in Västeras haben. Das Aktienkapital beträgt 2·5 Millionen Kronen. Die schwedische elektrische Industrie war bisher für den Bezug von Elektrolytkupfer auf den Import, hauptsächlich von Amerika, angewiesen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Teschener Straßenbahn. Die Einnahmen für 1916 betrugen K 78 879, die Ausgaben K 115 195, daher Verlust von Kronen 36 316 (i. V. K 51 523 Verlust).

Virglbahn, Bozen. Die Einnahmen dieser seit 1. Juni 1915 eingestellten Bahn betragen für 1916 K 169, die Ausgaben K 2885, so daß sich ein Betriebsabgang von K 2716 ergibt (i. V. K 1926 Betriebsabgang).

Troppauer elektrische Kleinbahn. Nach dem verspätet erschienenen Betriebsberichte betrugen im Jahre 1916 die Einnahmen zusammen K 156 623 die Ausgaben zusammen K 137 368. Es erübrigte somit ein Reingewinn von K 19 256.

Prager elektrische Unternehmungen. Die Einnahmen betragen nach dem Voranschlag für 1918 K 25 313 722, die Ausgaben außer Zinsen und Abschreibungen K 16 700 966, Zinsen der Anleihen K 1 410 874. Abschreibungen K 2 736 143, so daß K 4 465 739 als Überschuß verbleiben.

Elektrizitäts-A.-G. vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. Der Abschluß für 1916/17 ergibt einen Reingewinn von Mk. 5 903 021 gegen Mk. 6 537 088 i. V., Dividende 8%, wie i. V.

Berliner Maschinenbau-A.-G. vorm. L. Schwartzkopff. Die Dividende für 1916/17 beträgt 25%.

Siemens & Halske A.-G., Berlin. Der Abschluß für 1916/17 ergibt einen Gewinn von Mk. 12 375 000 gegen Mk. 12 503 550 i. V., aus dem eine Dividende von 12%, wie i. V., zur Verteilung gelangen wird. Die Generalversammlung findet am 11. Jänner d. J. statt.

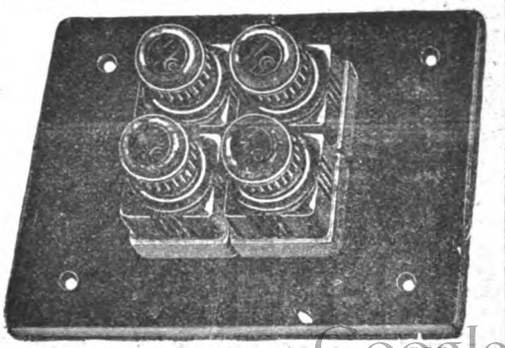
Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Berlin. Der Geschäftsgewinn für 1916/17 beträgt Mk. 26 200 000, der Reingewinn Mk. 15 878 705 gegen Mk. 15 310 326 i. V. Es werden wieder 10% Dividende zur Verteilung gelangen. Auf neue Rechnung werden Mk. 378 705 vorgetragen.

Niederschlesische Elektrizitäts- und Kleinbahn-A.-G., Waldenburg i. Schl. Dem Geschäftsbericht zufolge stellen sich die Einnahmen für 1916/17 bei der Licht- und Kraftabteilung auf Mk. 1 784 946. Bei der Kleinbahn ist eine Mehreinnahme von rund Mk. 170 000 gegen

HIW MASTEN-SCHWELLEN HIW
KYANISIERT (SYSTEM KYAN)

IMPRÄGNIERT (TEERÖL, FLUORNATRIUM, CHLORZINK)
HIW HOLZ-IMPRÄGNIER-WERKE HIW
GES.M.B.H. PRAG II. PALACKYKAI 56

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten
passend zu sämtlichen Zählertypen.
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!
Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.

Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.
Öst. Patent N. 71.045. Ung. Patent Nr. 63.937.
Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

das Vorjahr zu verzeichnen. Befördert wurden 6 587 052 Personen. Die Dividende beträgt 7% gegen 8% i. V.

Rheinische Schuckert-Gesellschaft für elektrische Industrie A.-G., Mannheim. In der am 19. v. M. abgehaltenen Generalversammlung wurde der Antrag auf Änderung des Namens der Gesellschaft in „Rheinische Elektrizitäts A.-G.“ genehmigt. Die Dividende für das abgelaufene Geschäftsjahr wurde, wie i. V., wieder mit 5% festgesetzt. Der Reingewinn beträgt Mk. 923 411 gegen Mk. 910 952 i. V.

A.-G. für Elektrizitätsanlagen, Berlin. Die Gesellschaft erzielte im Geschäftsjahr 1916/17 Mk. 1 176 552 (i. V. Mk. 1 326 068). Nach Abzug der Unkosten, Zinsen usw. verbleibt ein Reingewinn von Mk. 631 022 (i. V. Mk. 854 878), woraus 6% (i. V. 8%) Dividende verteilt werden.

Telephon-Fabrik A.-G. vorm. J. Berliner, Hannover. Der Abschluß für 1916/17 ergibt einen Reingewinn von Mk. 1 549 934 gegen Mk. 2 147 174 i. V. Die Dividende wird wieder mit 25% beantragt.

Elektrische Licht- und Kraftanlagen A.-G., Berlin. Der am 9. Jänner stattfindenden Generalversammlung wird die Verteilung einer Dividende von 5% (wie i. V.) für das am 30. September 1917 abgelaufene Geschäftsjahr vorgeschlagen.

Ernst Heinrich Geist Elektr. A.-G. i. L., Köln-Zollstock. In der kürzlich stattgehabten Generalversammlung wurde festgestellt, daß die Pächterin des Werkes, die Elektrizitätsgesellschaft Colonia m. b. H., im Kriege so gute Ergebnisse erzielte, daß sie nicht nur die Pacht bezahlen, sondern auch die im Vertrage vorgesehene Mehrsumme von Mk. 5000 aufbringen konnte. Dadurch haben sich auch die Verhältnisse bei der Gesellschaft gebessert.

Lech Elektrizitätswerke A.-G., Augsburg. Die Dividende für das abgelaufene Geschäftsjahr wurde mit 8% festgesetzt. Das Aktienkapital wurde auf 18 Millionen Mark erhöht. Die neuen Aktien werden von der Elektr. A.-G. vorm. W. Lahmeyer & Co. in Frankfurt a. M. übernommen.

Compagnie centrale d'energie électrique. Die Gesellschaft wurde im Jahre 1910 unter Mitwirkung der Thomson-Houston-Gesellschaft und einiger Kreditinstitute gegründet. Es scheint, daß dieselbe nicht jenen Aufschwung genommen hat, der gelegentlich deren Gründung mit Recht prognostiziert werden konnte. Der hauptsächlichste Zweck der Gesellschaft ist die Elektrifizierung verschiedener Bahnen. Die gegenwärtig in Betrieb befindlichen Netze sind in Rouen, Algier, Oran und Chateauroux. Dem Bericht im „Petit Bleu“ ist zu entnehmen, daß diese Gesellschaft solange keine Dividende zur Auszahlung zu bringen gedenkt, bis die Betriebsbedingungen wieder normal geworden sein werden. Wie es scheint, wird der im letzten Gesellschaftsjahre erzielte Nutzen hauptsächlich für Abschreibungen verwendet.

Societa Idro-elettrica Veneta. Diese Gesellschaft ist aus der Vereinigung der Gesellschaften Cellina und Adriatica di ellectricita hervorgegangen. Das Anfangskapital beträgt 10 Millionen Lire, erhöhbar auf 14 Millionen Lire. Die Gesellschaft bezweckt die Ausnutzung der in den venetianischen Regionen vorhandenen Wasserkräfte. Mit der Gründung der Gesellschaft, an welcher zahlreiche Industrielle aus allen Hauptstädten Italiens teilnehmen, wird hauptsächlich bezweckt, sich soviel als möglich von dem Bezug ausländischer Kohle freizumachen. Der Gründer der Gesellschaft ist Comm. Giuseppe Volpi, dem eine Reihe von wichtigen Unternehmungen zu danken sein werden, welche nach Kriegsschluß ins Leben treten werden.

Lieferungsausschreibung.

Die Generaleisenbahndirektion in Sofia schreibt eine Lieferung von 1000 kg Kupferdraht und 35 elektrischen Bogenlampen aus. Wert 16.000 Leva. Offerten werden bis 15. Jänner 1918 entgegengenommen.

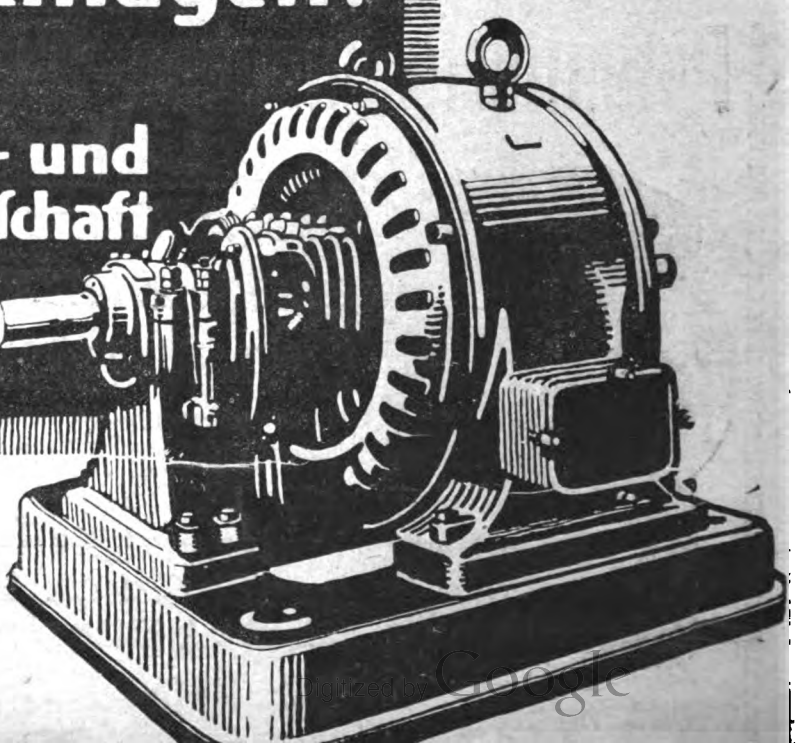
Schalttafelklemmen (Original Druseidt-Klemmen)

Billigste Bezugsquelle

Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Elektrische Maschinen aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 15133.

Digitized by Google

Wien, 13. Jänner **ANZEIGER** 1918 — Heft 2

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Montage von Aluminium-Freileitungen. (Schluß.) — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Metallbericht.

Die Montage von Aluminium-Freileitungen.

(Schluß von Heft 1, Seite 1.)

Nebst der Befestigung der Aluminiumseile an den Isolatoren ist ihre Verbindung untereinander und die Herstellung von Abzweigungen von großer Bedeutung für die Haltbarkeit und Lebensdauer der Leitung. Für diesen Zweck werden von der Firma J. Wilhelm Hofmann in Kötzschenbroda bei Dresden Nietverbinder und Schraubenverbinder angegeben, die sich in Niederspannungsnetzen und auch in Hochspannungsnetzen bis 80 000 V gut bewährt haben. Nachstehend soll dieses Verbindungssystem etwas eingehender beschrieben werden.

Die Niet- bezw. Schraubenverbinder werden je nach dem Zweck ihrer Verwendung sowohl einteilig, als auch zweiteilig hergestellt.

Einteilige Verbinder von 25 bis 120 mm² mit Nieten, bezw. von 70 bis 240 mm² mit Schrauben sind bestimmt, die auf Zug beanspruchten Aluminiumleitungen zu verbinden. Die zweiteiligen Schraubenverbinder von 25 bis 95 mm² dienen insbesondere auch dazu, bruchsichere Abspannungen herzustellen. Solche bruchsichere Abspannungen, zum Beispiel die Klingenbergsche Dreifachaufhängung, werden hauptsächlich bei Überführung von Hochspannungsleitungen über Eisenbahnen, Post- und Telegraphenleitungen angeordnet.

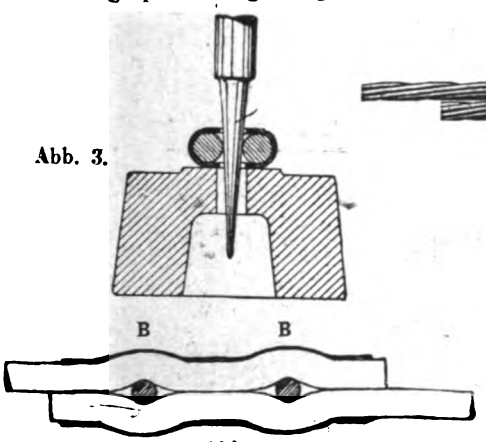


Abb. 3.

Abb. 4.

Die Herstellung einer Nietverbindung erfolgt in einfachster Weise nach Abb. 3. Die zu verbindenden, blank gemachten Drähte werden in die Hülsen eingeschoben und sodann ein konischer Dorn A in die seitlichen Löcher des Nietverbinders eingetrieben, wodurch die Drähte in die Ausbuchtungen getrieben werden. In die hiedurch entstandenen Zwischenräume werden Nieten B (Abb. 4) eingeführt, die die Drähte in der angebogenen Lage erhalten und ihre Streckung verhindern. Bei der nun nachfolgenden Vernietung wird ein äußerst inniger, dauernd fester Kontakt erzielt, da sich die Nieten beim Hämmern stauchen und die Drähte stramm an die Innenwand der Hülse angepreßt werden.

Diese Manipulationen sind so einfach, daß selbst ungeübte Arbeiter in der Lage sind, eine gute Verbindung in zirka 2 Minuten herzustellen, gegenüber 30 bis 40 Minuten bei einer Wickellötstelle. Bei Schraubenverbindern treten an Stelle der Nieten Stahlschrauben.

Damit die Stahlschrauben bei den Schraubenverbindern keine Beschädigung der Leitungsdrähte hervorrufen, werden diese Verbinder mit dünnen Blechbeilagen aus Aluminium ausgerüstet.

Zweiteilige Verbinder sollen in der Hauptsache verwendet werden für die sogenannte Doppelaufhängung von Hochspannungsleitungen. Derartige Doppelaufhängungen werden vielfach angewendet um Leitungsanlagen eine erhöhte Sicherheit gegen Bruchgefahr zu geben, so zum Beispiel bei Weitspannsystemen, bei Parallelführung von Leitungen an öffentlichen Wegen usw.

Abb. 5.

Man hat die Hülsen zweiteilig gemacht, da es Schwierigkeiten bereiten würde, einteilige Verbinder auf die in Fabrikationslängen von einigen 100 m hergestellten Leitungen aufzufädeln. Die zweiteiligen Schraubenverbinder bestehen aus zwei übereinander greifenden durch Schrauben zusammengepreßten Blechhülsen. Die Montage ist ähnlich, wie bei den ungeteilten Verbindern.

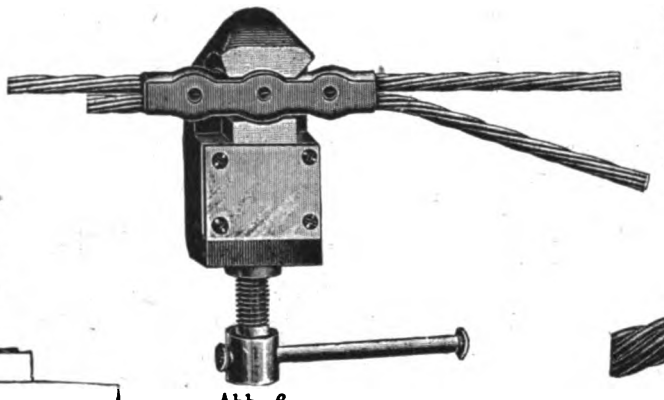


Abb. 6.

Man schiebt zuerst die engere Blechhälfte auf das durchgehende Leitungsseil, legt das Hilfsseil hinzu und schiebt dann die weitere Blechhälfte darüber (Abb. 5).

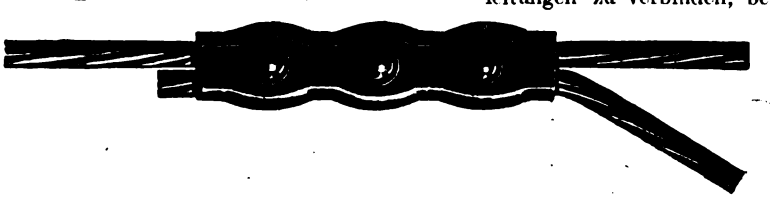


Abb. 7.

Die so vorbereitete Verbindung wird nun in die Spannschraube (Abb. 6) gelegt und mittels derselben fest zusammengepreßt. Während die Verbindung in dieser Presse liegt, wird das mittlere Schraubloch in gewöhnlicher Weise vorgedornt, die Schraube eingebracht und verschraubt. In gleicher Weise werden dann die anderen Schrauben befestigt und die Verbindung ist fertig.

Die durchgehende Leitung kann daher auf der ganzen Strecke fertig gespannt und an den Isolatoren befestigt werden und wird dann erst die Hilfsleitung montiert.

Abb. 7 zeigt einen zweiteiligen Schraubenverbinder für verseilte Aluminiumleitungen mit 3 Schrauben.

Auch zur Vornahme von Abzweigungen sind zweiteilige Verbinder verwendbar. Die Festigkeit der zweiteiligen Verbinder gegen Zugbeanspruchung ist nicht ganz so groß wie bei einteiligen Verbindern, weshalb zur Verbindung der Leitungsenden untereinander möglichst einteilige Verbinder verwendet werden sollen.

Aus angestellten Festigkeitsversuchen für Nietverbinder geht — wie C. Loebner in der E. T. Z. mitteilt — hervor, daß Nietverbinder mit 2 Nieten eine Festigkeit von 36·8 bis 39·8 kg/mm², die mit 3 Nieten eine solche von 37·8 bis 39·6 kg/mm² aufwiesen; mithin ist den Normalien des V. D. E. genügt, die eine Festigkeit von 85% der der gesamten Leitung fordern.

Die Schellenklemme, Abb. 8, dient zum Abzweigen von Aluminiumleitungen und ist dieselbe für alle diejenigen Fälle empfehlenswert, wo Leitungen sehr verschiedener Dimension verbunden, bezw. abgezweigt werden. Es lassen sich mit dieser Konstruktion praktisch alle Verbindungen zwischen 25 und 310 mm² herstellen.

Die Schellenklemme besteht aus zwei Aluminiumblechschellen und einer Platte zwischen ihnen; vier Schrauben halten diese Teile und die dazwischen eingespannten Leitungen fest. Bei Beachtung einiger Vorsichtsmaßregeln kann die Schellenklemme aus Aluminium auch dazu benutzt werden, Aluminiumleitungen mit Kupferleitungen zu verbinden, bezw. abzuzweigen. Die ganze Verbindungsstelle muß in solchen Fällen jedoch unbedingt mit einem vollständig wasserdichten und witterungsbeständigen Anstrich versehen werden.

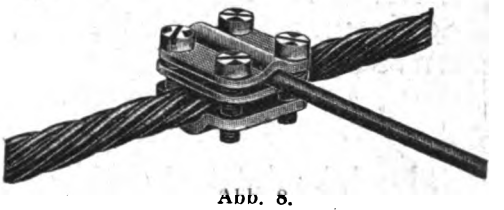


Abb. 8.

Sämtliche Nietverbinder, Schraubenverbinder, Schellenklemmen usw. sind aus Rein-Aluminium hergestellt.

Es sei besonders darauf aufmerksam gemacht, daß bei der Montage von Aluminiumleitungen speziell bei den Verbindungen und Abzweigungen mit größter Sorgfalt zu verfahren ist. Bekanntlich überzieht sich blankes Aluminium unter dem Einflusse der Luft sehr bald mit einer isolierenden Oxydschicht, die dem Auge kaum sichtbar ist. Es müssen

daher die zu verbindenden Leitungsenden und möglichst auch die Verbindungsmaterialien selbst an den Berührungsstellen gut blank gerieben werden, was am besten mit einer Feilbürste geschieht.

Verbindungsstellen zwischen Aluminiumleitungen untereinander, sowie zwischen Aluminium- und Kupferleitungen, ebenso auch alle Abzweigstellen müssen daher unbedingt mit einer isolierenden, die Luft völlig abschließenden Anstrichmasse bedeckt werden.

Dieser Anstrich muß sich chemischen und atmosphärischen Einflüssen gegenüber vollständig indifferent verhalten, darf auch nicht abblättern, so daß der Zutritt von Feuchtigkeit dauernd verhindert wird.

Die Generalvertretung der Firma J. W. Hofmann. Kötzschenbroda, für Österreich befindet sich seit einer Reihe von Jahren in Händen der Firma Dr. Paul Holitscher & Co., Wien, IV. Starhemberggasse 4—6, welche Interessenten mit Preislisten und allen gewünschten Auskünften dient.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Vormerkung von Warenvorräten für den Export. Der vom Handelsministerium zur Wahrung der Interessen des Exporthandels geschaffene Fachausschuß der Exporthändler (Wien, IX. Berggasse 16) errichtet eine Evidenzstelle, welche im Inlande vorhandene, nicht benötigte Waren und Materialien sowie solche, die für Exportzwecke hergestellt wurden und in in- oder ausländischen Häfen lagern, verzeichnet und Auskünfte hierüber heimischen Exportinteressenten zur Verfügung stellt. Der Fachausschuß verfolgt hiebei keine Gewinnabsicht, die zu vermittelnden geschäftlichen Abmachungen bleiben dem gegenseitigen Übereinkommen der Interessenten selbst überlassen.

Besitzer solcher Waren wollen dem Fachausschusse schriftlich oder mündlich eine allgemeine unverbindliche Angabe über Art und Menge der in Frage kommenden Waren und deren ungefähren Fakturenwert mitteilen.

Anlagen und Projekte.

Horn in N.-Ö. Die Fortschritte der Tätigkeit des vorbereitenden Ausschusses zur Gründung der elektrischen Überlandbahn-A.-G. Krems—Gföhl, über die wir bereits berichteten, haben im oberen Waldviertel den Wunsch rege gemacht, die elektrische Bahn möge ins obere Waldviertel weitergeführt werden. Dazu gehört eine elektrische Straßenbahn Horn—Zwettl. Die Stadtgemeinde Horn versichert, daß sie für diese Bahn reges Interesse hat und sich auch finanziell daran beteiligen werde.

Gutenstein in Kärnten. Das Georg Graf v. Thurnsche Stahlwerk Streiteben-Gutenstein beabsichtigt den Bau einer Wasserkraftanlage an der Mieß. Der Bau soll ehestens vergeben werden. Unterlagen werden vom genannten Werk versendet.

Sofia. Das Bürgermeisteramt hat eine Kommission gebildet, deren Aufgabe es ist, den Wert der Straßenbahn und der Elektrizitätswerke zu berechnen. Das Gutachten wird die Grundlage zum Ankaufe dieser beiden Unternehmungen bilden.

Firmennachrichten.

A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien. Kollektivprokura wurde erteilt den Ing. Dr. Paul Nic. Beck, Ing. Osk. Spitzer und Hubert Holaus.

Leobersdorfer Stahlwerke, A.-G., Wien. Der Anglobank, der Enzesfelder Munitions- u. Stahlwerke und dem Bernhard Wetzler wurde die Bewilligung zur Errichtung vorgenannter Aktiengesellschaft erteilt.

Elektrizitätswerke Stern & Hafferl, A.-G., Gmunden. Das Aktienkapital dieser Gesellschaft wurde um 2 Millionen Kronen auf 12 Millionen Kronen erhöht.

Ungarische Metallimport- und Handels-A.-G., Budapest.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

DIE ALUMINIUMLOTE
Alufix, Magnalot, Alufer, Tachylot, Alulot und Duralot sind die einzigen Aluminiumlote, die an der Lötstelle eine Legierung der Metalle und daher eine unlösbare Verbindung herbeiführen.
(Patente ang. Wortmarken geschützt.)
Aluminiumlotwerke Alfred Hamburger,
Wien, VII. Siebensterngasse 1.

Vereinigte Telephon- u. Telegraphenfabriks-Aktiengesellschaft Czeija, Nissl & Co.
WIEN, XX/2. DRESDNERSTRASSE 75

Verlangen Sie unsere
Liste Nr. 20
über
Elektrische Meßinstrumente

C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H
RUHLA i. Thüringen

Digitized by Google

Unter dieser Firma wurde die Budapester Filialniederlassung der Wiener Metallgroßhandlung Jakob Neurath unter Mitwirkung der Pester Ungarischen Kommerzialbank in eine Aktiengesellschaft mit 2 Millionen Kronen Aktienkapital umgewandelt.

Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf. Die Gesellschaft beabsichtigt die Erhöhung des Aktienkapitals um 14 Millionen auf 86 Millionen Mark. Die letzte Kapitalserhöhung um 11 Millionen Mark fand im Jahre 1914 statt.

A.-G. für Licht- und Kraftversorgung, Dresden. Das Grundkapital wurde um 3 Millionen auf 4 Millionen Mark erhöht.

Metallbericht. Vom amerikanischen Stahl- und Eisenmarkte lägen noch vor Ablauf des alten Jahres wieder einmal Kabelberichte vor. Danach scheint die derzeitige Roheisenproduktion in den Vereinigten Staaten soweit zuzureichen, daß auch die nicht für Heereszwecke liefernden Fabriken einigermaßen ihren Bedarf werden decken können. Umfangreiche Käufe für Lieferung im neuen Jahre wurden im Dezember abgeschlossen. Die für Exportzwecke gekauften Stahlmengen werden in den Häfen infolge der Frachtstauung aufgehalten. Über die zur Zeit geltenden Preise verlautet wenig, seitdem die Bundesregierung in dieser Beziehung, wie wir wiederholt berichtet haben, mit der Vorschrift von Zwangsnotierungen eingegriffen hat.

Obgleich auch in Deutschland, wie in allen kriegführenden Ländern, eine Überwachung der Eisenpreise stattfindet, so beschäftigt diese Frage doch die beteiligten Industrien sehr lebhaft. Wie dem B. T. aus Düsseldorf aus Fachkreisen berichtet wird, geht seit Monaten sowohl das Bestreben der in den Rohstoffverbänden vereinigten Werke, als auch der die B-Produkte umfassenden Gruppen dahin, unter Hinweis auf das ständige Anwachsen der Selbstkosten eine Preiserhöhung für die mit dem 1. Jänner 1918 beginnende Abschlußperiode herbeizuführen. Eine generelle Hinaufsetzung der Preise unter Einschluß der B-Produkte ist zuletzt mit Wirkung vom 1. Juli 1917 ab eingetreten; die beim Beginn des vierten Quartals in dieser Beziehung geäußerten weiteren Wünsche sind nicht erfüllt worden. Den Werken wurde damals nahe gelegt, im Dezember erneut bei den amtlichen Stellen in dieser Frage vorstellig zu werden. Dies geschah; aber auch jetzt wurden die Anträge auf Erhöhung der Preise wieder fast durchwegs abgelehnt. Eine Ausnahme ist lediglich bei Siegerländer Eisenstein und in Verfolg dieser Änderung bei den manganhaltigen Roheisensorten gemacht worden. Für alle anderen Eisensorten, darunter auch für Halbzeug, bleiben im ersten Vierteljahr 1918 jene Notierungen bestehen, die zur Zeit als Höchstpreise gelten. Im Zusammenhange hiermit hat man auch, um nicht eine abermalige Steigerung der Selbstkosten für die Eisenwerke hervorzurufen, davon abgesehen, den vielfach geäußerten Wünschen der Zechen auf eine weitere Erhöhung der Brennstoffpreise mit Wirkung vom 1. Jänner 1918 ab Rechnung zu tragen.

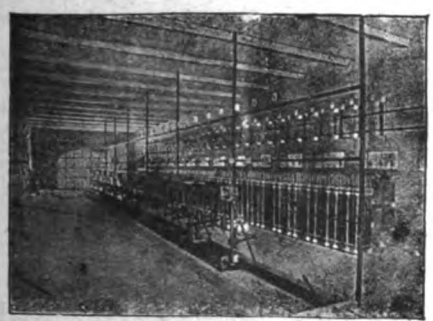
Der deutsche Stahlwerksverband hat den Mitgliedern des Stabeisen-Inlandverbandes empfohlen, nur mit dem Vorbehalt zu verkaufen, daß eine während der Abwicklungszeit eintretende Preiserhöhung auch für die noch nicht ausgeführten Auftragsteile gelte. Einstweilen seien zwar die Höchstpreise unverändert, doch könne eine Erhöhung vielleicht unvermeidbar sein, wenn die Löhne, die Materialpreise und die Frachten ihre bisherige Aufwärtsbewegung beibehalten.

Zur Bildung eines neuen deutschen Grobblechverbandes, der den Inlands- und Auslandsabsatz umfassen würde, ist im November vorigen Jahres ein Ausschuß gebildet worden.

Die leitenden Kupferproduzenten Australiens haben sich zu einer kooperativen Gesellschaft unter dem Namen Copper Producers Proprietary Syndicate zusammengeschlossen. *Lp.*

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

passend zu sämtlichen Zählertypen.

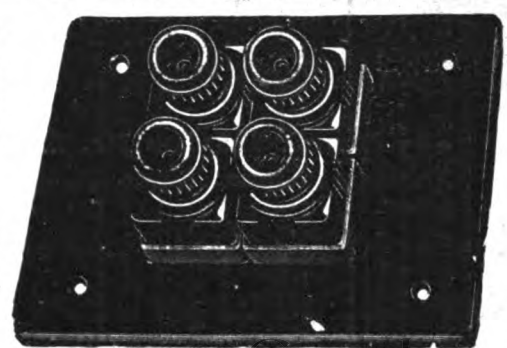
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Nr. 1 MITTEILUNGEN 1918
DES VEREINES ÖSTERREICH. WERKZEUGMASCHINENFABRIKEN

Hauptversammlung.

Vor kurzem fand in der niederösterreichischen Handels- und Gewerbekammer die konstituierende Hauptversammlung des Vereines österreichischer Werkzeugmaschinenfabriken statt. Zum Obmann des Vereines wurde Herr Friedrich Fluß, Direktor der Firma „Vulkan", Maschinenfabriks-A.-G. in Wien, zu Obmannstellvertretern die Herren kaiserlicher Rat Ernst Krause, Gesellschafter der Firma Donauwerk Ernst Krause & Co., Wien, und Franz Bartosch, Direktor der Firma Zbirower Eisenwerke Max Hopfengärtner A.-G., Holoubkau, gewählt. Ferner wurden gewählt Herr Leo Zuckermann, Gesellschafter der Firma Moritz Zuckermanns Witwe, Wien, zum Kassawart und die Herren Ernst v. Radinger, Generaldirektor der Firma Maschinenfabriks-A.-G. N. Heid, Stockerau, Siegmund Blau, Gesellschafter der Firma Blau & Co., Wien, und Karl Jockel, Inhaber der Firma Werkzeugmaschinenfabrik Karl Jockel, Prag, zu Vorstandsmitgliedern. Als Sekretär des Vereines, der seinen Sitz in Wien I, Stubenring 8/10, hat, fungiert Kammerkonsulent Dr. Herbert Ertl.

Futurit G 102, G 120 u. A 30
übertreffen
Hartgummi und dessen Ersatzstoffe
an Hitzebeständigkeit, Festigkeit u. Isolation.
Es werden die kompliziertesten Formstücke mit und ohne Metalleinlagen erzeugt.
Anfragen in Begleitung von Zeichnungen oder Mustern erbeten an:
KABELFABRIK UND DRAHTINDUSTRIE A.-G., WIEN III/2.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 15133.

Digitized by Google

Wien, 20. Jänner **ANZEIGER** 1918 — Heft 3

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Der Geschäftsgang in der Elektrizitätsindustrie. — Literatur. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Kursbericht.

Der Geschäftsgang in der Elektrizitätsindustrie.

Von **Dr. Heinrich Schreiber.**

Im Programme des Ministerpräsidenten hat die Bewirtschaftung der Elektrizität im Zusammenhange mit der Wasserwirtschaft einen breiten Raum eingenommen, woran sich frohe Hoffnungen hinsichtlich der weiteren Ausbreitung der Energieverwertung, namentlich unter Heranziehung von Wasserkräften, knüpfen. Fast gleichzeitig hat das in der Verkehrskommission neu angeschnittene Wiener Verkehrsprogramm eine erwünschte Wiederbelebung erfahren und die Frage der Elektrisierung der Wiener Stadtbahn und des Ausbaues von Untergrundbahnlinien als elektrische Schnellbahn ist neuerdings in den Vordergrund gerückt.

Auch in den anderen Gauen unseres Vaterlandes harren verschiedene Elektrizitätsprojekte der Realisierung, insbesondere die Errichtung von Großkraftwerken an den Fundorten der Kohle und an den Quellen der Wasserkräfte. Diese Tatsachen sind wohl Anlaß genug, daß sich die Aufmerksamkeit den Elektrizitätsfirmen in wesentlich verstärktem Maße zuwendet, zumal ihre Geschäftslage im Kriege auch sonst einer überaus günstigen Beurteilung begegnet. Zwischendurch sind freilich in letzter Zeit authentische Mitteilungen ergangen, die vor einer Überschwänglichkeit der Erwartungen warnen und die Aussichten der elektrotechnischen Fabriken auf ein richtiges Maß zurückführen. Zwar wird auch darin zugegeben, daß die Beschäftigung der Elektrizitätsfirmen unverändert in erheblichstem Umfange andauert, es dürfe aber nicht übersehen werden, daß die Bestellungen sich zumeist auf weniger gewinnbringende — weil in den Preisen gedrückte — Heereslieferungen erstrecken und der Geschäftsnutzen überdies durch die gewaltig erhöhten Gestehungskosten, durch die Notwendigkeit beträchtlicher Abschreibungen für Abnutzung und von Rücklagen für Steuern sowie durch die Aufwendungen für Kriegsfürsorge und Unkosten usw. belangreiche Schmälerungen erleidet. Allerdings wird ein teilweiser Ausgleich hiefür in den Preisen für den Zivilbedarf gesucht, wo Teuerungs- und Kriegszuschläge die Preislage bessern. Vorwiegend sind die fabrizierenden Etablissements nach wie vor mit der Ausführung von Arbeiten für Kriegsausrüstung und Kriegsmateriale befaßt. Die Lieferungen für die einschlägigen Anlagen betreffen hauptsächlich elektrische Licht- und Krafteinrichtungen für Pulverfabriken und chemische Werke; dazu sind neuestens Bestellungen getreten für die elektrischen Einrichtungen von Anlagen für Salpeter- und Stickstoffgewinnung; für den elektrischen Antrieb von Walzwerken in Berg- und Hüttenwerken; daneben haben sich aber bekanntlich die elektrotechnischen Fabriken im Großbetrieb der Erzeugung von Munition zugewendet und sie stellen auch Granaten, Zünder, Minen, dann Scheinwerfer und ähnliche der Kriegführung dienende Einrichtungen her. Weitere staatliche und Heereslieferungen gelten der Lieferung von Signal- und Läutewerken für das Feldheer und die Marine und die Spezialfabriken insbesondere haben in der Fabrikation von Kabeln und Drähten, von Taschenlampen, Glühlampen, Akkumulatoren und Elementen, dann von Telegraphen- und Telephoneinrichtungen einen enormen Bedarf zu befriedigen. Auch in der Landwirtschaft wird die elektrische Energie immer ausgiebiger verwertet, um der Leutenot durch Mechanisierung der Arbeit unter Einführung des Motors für den Pflug, den Drusch usw. abzuhelfen. Wohl steht die Fabrikation unter der verschärften Rückwirkung des Rohstoffmangels. Die gewaltigen Kupfermengen, welche die Elektrizitätsindustrie verbraucht, sind jetzt karg zugemessen. Die Technik mußte daher nach Ersatzmitteln Umschau halten, die auch wirklich beschafft werden konnten, indem es gelungen ist, für den Bau von elektrischen Maschinen, Motoren und Transformatoren statt des Kupfers Zink- und Aluminiumwicklungen mehr oder weniger erfolgreich zu verwenden und ebenso für Leitungsdrähte statt des Kupfers und der Gummiisolation geeignete Sparstoffe einzuführen, die sich auch im Frieden ihre fortdauernde Wertschätzung bewahren werden. Im allgemeinen kann daher festgehalten werden, daß die fabrizierenden Betriebe, wenn sie auch erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden haben, intensiv, und wie allgemein berichtet wird, bis zum Rande ihrer Leistungsfähigkeit auf lange Zeit hinaus mit Arbeit versehen sind.

Was die Elektrizitätswerksbetriebe und unter diesen die Stromlieferungsunternehmungen anlangt, so stehen auch sie fortgesetzt unter dem Einflusse der mit der Kriegsbeengung zusammenhängenden Erschwernisse, die hauptsächlich bei den dampfelektrischen Anlagen auf die Kohlenknappheit, bei allen Werken aber auf die Schwierigkeiten in der Beschaffung von Arbeitskräften und in den behördlich vorgeschriebenen Sparmaßnahmen bei der Verwendung des elektrischen Stromes zurückzuführen sind. Diese Verhältnisse drücken begreiflicherweise nicht allein auf die Ertragschancen der Unternehmungen, sie bedrohen auch die Aufrechterhaltung eines geordneten Betriebes. Unter allen Umständen zwingt sie aber die Kriegsnot gleichwie alle anderen Geschäftszweige, eine Kompensation für die vielfach unerschwingliche Teuerung der Gestehung in der Erhöhung der Tarife zu suchen. Das gibt mannigfach zu Meinungsverschiedenheiten zwischen Privatwerken und den konzessionierenden Gemeinden und, selbst bei den Gemeindewerken, zwischen diesen und den Abnehmern, Anlaß, wobei es wohl bemerkenswert ist, daß vor allem die unter öffentlicher Verwaltung stehenden Elektrizitätswerke mit der Strompreiserhöhung vorangegangen sind. In der Errichtung neuer Zentralen sowie in dem Baue neuer elektrischer Bahnen hat der Krieg unvermeidlich einen Stillstand mit sich gebracht. Indessen wird nicht verabsäumt, die bestehenden Zentralen, entsprechend dem modernen Typus der Überland- und Fernkraftwerke, immer weiter auszugestalten und zu erweitern, vor allem dort, wo sich für Konsumstellen, die in der Kriegsindustrie sich betätigen, ein Bedarf an Großkraft sich geltend macht. Nicht müßig ist die Projektsarbeit geblieben. Es fehlt, wie erwähnt, nicht an neuen weitgreifenden Plänen und diese Aufgaben sind es denn auch, wofür die Elektrizitätsgesellschaften zumeist schon jetzt die finanziellen Vorbedingungen zu schaffen trachten, indem sie die günstige Konstellation des Marktes für die entsprechende Vermehrung ihres Kapitalerfordernisses nützen. Die Bürgschaft für die Zweckmäßigkeit dieser Aktionen bietet nicht allein der jetzige nachhaltige Beschäftigungsgrad, sondern auch die der Elektrotechnik vorbehaltenen und erfolgversprechenden neuen Probleme. Dabei ist auch nicht zu übersehen, daß sich für die Elektrizitätsindustrie auch im Auslandgeschäfte, das im Kriege naturgemäß völlig unterbunden ist, eine entsprechende Betätigung in zahlreichen Spezialartikeln, wie Motoren, Lampen und Kohlenstiften usw. erschließt, die nach langer Unterbrechung mit dem Frieden nur um so rühriger wieder einsetzen wird.

Der Elektrizitätsindustrie harrt also auf allen Gebieten neue und ausgiebige Arbeit, zu deren Bewältigung Unternehmungslust und Kapital gerne bereit sind.

Literatur.

Die wirtschaftliche Bildung. Von Hofrat Professor A. Schmid. Wien 1917, Kompaßverlag.

Der Wiederaufbau des durch den Krieg vielfach zerrütteten Wirtschaftslebens erfordert nicht nur die möglichst vollständige Zusammenfassung und Verwertung aller zur Verfügung stehenden Rohstoffe, sondern auch aller mechanischen und geistigen Arbeitskräfte des Landes. Der Mangel an ausreichenden Sachkenntnis und Bildung verursacht vermögen, deren Behebung eine der wichtigsten Aufgaben der kommenden Zeit ist.

Der Verfasser der kleinen Schrift setzt nun im einzelnen auseinander, wie er sich eine Durchdringung unserer Bevölkerung mit wirtschaftlichem Wissen und Können denkt, die sich sowohl auf die allgemeine wie auf die Berufsbildung erstrecken soll. Ohne die Vorzüge der humanistischen und wissenschaftlichen Bildung zu verkennen, hält er es doch für notwendig, daß in den Volks- und Mittelschulen, besonders aber in den Fach- und geräumt werden soll; aber auch den bereits berufstätigen Männern soll mehr als bisher Gelegenheit gegeben werden, sich sytematisch ein tiefer gehendes Urteil über die verschiedenen Gebiete des Wirtschaftslebens anzueignen. Der Verfasser entwickelt ein ins Einzelne ausgearbeitetes Programm zur Pflege der Wirtschaftswissenschaften und er verspricht sich von der Ausbreitung wirtschaftlicher Kenntnisse in allen Volksschichten in Stadt und Land eine Erhöhung nicht nur unserer Erwerbsfähigkeit und ökonomischen Kraft,

Digitized by Google

Die lesenswerte Schrift bildet die erste Nummer einer vom Verfasser als Herausgeber gezeichneten „Wirtschaftlichen Bücherei“, die augenscheinlich dazu dienen soll, einen Teil der in der besprochenen Broschüre zum Ausdruck gebrachten Gedanken zu verlebendigen und zu fördern.

E. Honigmann.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Ein allgemeines Kraftwirtschaftsgesetz. Auf der vorjährigen Jahresversammlung des Wasserwirtschaftsverbandes der österreichischen Industrie, stellte Ing. F. Brock den Antrag, die Regierung zur Vorlage eines Rahmengesetzes als Reichswassergesetz aufzufordern, das aus den den Landtagen vorgelegten Landeswassergesetzen nur die für die gewerbliche und industrielle Verwertung in Betracht kommenden Bestimmungen zu enthalten hätte. Dr. H. Schreiber begrüßt diese Anregung, ergänzt sie aber, wie „Der Arbeitgeber“ mitteilt, dahin, daß das Reichsgesetz nicht nur auf die Wasserwirtschaft beschränkt, sondern auch auf die Elektrizitätswirtschaft ausgedehnt werden, mithin das gesamte Gebiet der Kraftwirtschaft umfassen soll. Durch ein solches allgemeines Kraftwirtschaftsgesetz, das die Gesamtheit der in Betracht kommenden privaten und öffentlichrechtlichen Belange für die Erzeugung, Verteilung und den Absatz einer gemeinsamen Ordnung zuführt, könnte nebst der Kodifikation der gesamten einschlägigen Gesetzesmaterie auch ein Ausgleich zwischen den widerstrebenden Interessen der Agrarier und der Industriellen geschaffen werden.

Der Antrag Brock wurde mit dem Amendement Schreiber von der Jahresversammlung angenommen.

Zum Export elektrotechnischer Fabrikate in die Türkei. Dem soeben erschienenen Handelsberichte des k. u. k. österr.-ung. Konsulates in Konstantinopel für das Jahr 1916 entnehmen wir, daß der Transport der österreichischen und ungarischen Elektrizitätsfirmen nach der Türkei auch im Jahre 1916 schwer unter dem Kriegseinfluß zu leiden hatte. Obzwar die Nachfrage in Stark- und Schwachstromartikel im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren sich gesteigert hatte, konnten zumeist nur solche Aufträge ihre Erledigung finden, die im dringenden Heeres- und Landesinteresse unbedingt erforderlich waren. Dabei zeigte es sich, daß die österreichischen und ungarischen Firmen infolge der schwer zu beschaffenden Rohstoffe sowie Freigabe derselben, Erlangung der diesbezüglichen Ausfuhrerlaubnis und endlich durch die gesteigerte Inanspruchnahme der Fabriken mit Inlandsaufträgen für den direkten Heeresbedarf selten in die Lage kamen, größere Aufträge anzunehmen. Artikel aus Ersatzmetallen werden willig gekauft und erzielen infolge beschränkter Transportmöglichkeiten und daraus resultierender kleiner Lagerbestände äußerst gute Preise. Zahlungen gehen prompt vor sich. Das Requisitionsverfahren wurde gänzlich eingestellt, und werden Käufe der Behörden ebenfalls prompt bezahlt. Das Netz der Telephongesellschaft in Konstantinopel, die ine Gründung der neuesten Zeit ist, umfaßt nunmehr außer Stambul, Galata und Pera die zahlreichen Vororte sowohl auf der europäischen als auch asiatischen Seite des Bosporus, die Ortschaften am Marmarameer längs der Anatolischen Eisenbahn und die Prinzeninseln. Im Jahre 1915 waren 4206 Telephonstellen vorhanden, im Jahre 1916 4401. Es ist anzunehmen, daß nach Beendigung des Krieges mit der Zunahme der Handelstätigkeit sich auch die Anzahl der Anschlüsse bedeutend mehren wird.

Anlagen und Projekte.

Böhm.-Kamnitz. Von dem geplanten Umbau des Elektrizitätswerkes wurde mit Rücksicht auf den bestehenden Materialienmangel derzeit Abstand genommen. Der Strom für Licht- und Kraftversorgung wird nunmehr von den nordböhmischen Elektrizitätswerken in Bodenbach bezogen werden. Mittels neu anzuschaffender Transformatoren wird der Strom in das Netz der Stadtgemeinde eingeleitet.

Neu-Sandec. Das Eisenbahnministerium hat der Stadtverwaltung Lemberg im Vereine mit dem Magistrate der Stadt Neu-Sandec die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine elektrisch zu betreibenden Bahn niederer Ordnung von Alt-Sandec oder Neu-Sandec über Kroscienko nach Kluszkowce auf die Dauer eines Jahres erteilt.

Firmennachrichten.

Vereinigte Telephon- u. Telegraphenfabriks-A.-G. Czeija, Nissl & Co., Wien. Das Mitglied des Verwaltungsrates Josef Richter wurde gelöscht. Neu eingetragen: Direktor Ludwig Weiner als Verwaltungsratsmitglied und Dr. Karl Neuburger als Prokurist.

Elektrische Glühlampenfabrik „Watt“ A.-G., Wien. Die österr. Länderbank verkaufte ihren Besitz an Aktien der Glühlampenfabrik „Watt“ an ein aus der Niederöst. Eskompte-Ges. und der Pester Kommerzialbank gebildetes Syndikat, dem auch die Vereinigte Elektrizitäts-A.-G. angehört.

Elektrizitätswerk Michle-Prag. Dieses Werk wird in eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 15 Millionen Kronen umgewandelt.

Ungarische Elektrizitäts- und Metallwarenfabriks-A.-G., Budapest. Unter Beteiligung von tsche-

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

C. & F. SCHLOTHAUER
G. m. b. H
RUHLA i. Thüringen

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN XVIII. Schumanngasse 35

chischen Großindustriellen wird unter vorstehendem Namen eine neue Aktiengesellschaft mit 2 Millionen Kronen Kapital gegründet.

Große Leipziger Straßenbahn. Wie der „B. B. C." mitteilt, hat die Gesellschaft bei der sächsischen Regierung eine Erhöhung des Straßenbahntarifs beantragt. Bis jetzt ist in Leipzig bei den Vereinigten Straßenbahnen noch der 10 Pfg.-Tarif in Geltung, während zum Beispiel in Dresden der 15 Pfg.-Tarif eingeführt ist. Das sächsische Ministerium des Innern wird seine Entscheidung von dem Gutachten der Leipziger Stadtverwaltung abhängig machen. Man nimmt an, mit der Genehmigung der beantragten Erhöhung rechnen zu müssen.

Elektrizitätswerk, Sosnowice. Die deutsche Zwangsverwaltung wurde aufgehoben und die Geschäftsleitung wieder von der ordentlichen Verwaltung übernommen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Kleinbahn Kemmelbach—Ybbs. Dem verspätet erschienenen Rechnungsabschluß zufolge ergibt sich für das Jahr 1916 eine Einnahme von K 22 592, denen Ausgaben von K 10 182 gegenüberstehen. Der Betriebsüberschuß beträgt daher K 12 410. Für den gesamten Darlehensdienst waren K 12 721 erforderlich, das Geschäftsjahr schloß daher mit einem Abgang von K 310.

Triester Kleinbahnen. Für das Jahr 1916 betrugen die Betriebseinnahmen K 130 328, die Ausgaben zusammen K 126 390. Der Reingewinn betrug somit K 3938 gegen einen Abgang von K 5882 im Vorjahre.

Elektrische Straßenbahn Breslau. Die Gesellschaft vereinnahmte im Bahnbetrieb während des Jahres 1917 Mark 1 888 511, mithin Mk. 595 479 mehr als i. V.

Schlesische Elektrizitäts- u. Gas-A.-G., Breslau. Die Stromabgabe ist gegen das Vorjahr erheblich gestiegen. Im Jahre 1916 sind 308 Millionen kWh abgegeben worden. Was die Einnahmen anlangt, so stellen sich für die gegenwärtigen Verhältnisse die Tarife mit den von der Gesellschaft versorgten Städten und Gemeinden als zu niedrig heraus, weil sie vor vielen Jahren vereinbart wurden. Die Gesellschaft trat daher an die Städte und Gemeindeverwaltungen wegen Zubilligung eines Kriegsteuerungszuschlages heran, und sie fand bei diesen ausnahmslos Verständnis für die Berechtigung ihrer Forderung. Mit dem größten Abnehmer, den Reichsstickstoffwerken, konnte bisher eine entsprechende Preiserhöhung nicht erzielt werden.

Fabrik isolierter Drähte vorm. C. J. Vogel, A.-G., Berlin. Der Reingewinn für das abgelaufene Geschäftsjahr beträgt Mk. 1 259 756 gegen Mk. 1 090 319 i. V. Die Dividende wird mit 18% gegen 16% i. V. vorgeschlagen. Zum Vortrag auf neue Rechnung gelangen Mk. 134 784 gegen Mk. 10 221 i. V. In das neue Geschäftsjahr wurde ein großer Auftragsbestand übernommen.

Reiniger, Gebbert & Schall, A.-G., Berlin. Das abgelaufene Geschäftsjahr hat einen Reingewinn von Mk. 998 200 gegen Mk. 684 900 ergeben. Die Dividende beträgt wieder 12%.

◙ Compagnie générale française et continentale d'électricité. Aus dem vorgelegten Rechenschaftsberichte erhellt, daß der erzielte Gewinn von Frcs. 114 000 auf neue Rechnung vorgetragen worden ist. Die finanzielle Lage hat sich im abgelaufenen Geschäftsjahre nicht verbessert, aus welchem Grunde die Zinsenzahlungen für die Obligationen noch nicht wieder aufgenommen werden konnten. Die Eingänge sind infolge der Krisis, welche die Gesellschaft sowie die ihr unterstehenden Unternehmungen durchmachten, erheblich geringer als früher.

◙ Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont). Die am 30 Nov. 1917. stattgefundene Generalversammlung hat die Erhöhung des Aktienkapitals von 30 auf 40 Mill. Francs provisorisch statuiert, ebenso eine neuerliche Kapitalsrrhöhung von 40 auf 50 Mill. Francs.

◙ Electricité de Paris. Dem Geschäftsbericht entnehmen wir, daß aus dem abgelaufenen Geschäftsjahr 1916/17 Francs 4 606 000 Ergebnis gegenüber Frcs. 4 227 000 des vorhergehenden Jahres zu verzeichnen sind. Nach Bestreitung der Unkosten und Zinsen usw. verbleiben zirka 2·5 Millionen Francs Reingewinn. Es werden Frcs. 20 per Aktie Dividende gezahlt und Frcs. 33·33 auf den Gründeranteil.

↔ Compagnie générale d'Electricité, Paris. Das Unternehmen erzielte im Jahre 1916/17 einen Reingewinn von rund 4·06 Mill. Frcs. gegen 3·4 Mill. Frcs. i. V. Die Dividende beträgt wieder 10%. Zum Vortrag auf neue Rechnung gelangen 1·2 Mill. Frcs.

Die Kursbewegung der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaften. Im Sinne der Verordnung vom 28. Dezember 1916 sind neuerdings Schätzwerte von der Wiener-Börsekammer für die an der Börse gehandelten Effekten amtlich festgesetzt worden. In der nachfolgenden Zahlentafel wurden diese Schätzwerte nebst denen des vergangenen Jahres tabellarisch zusammengestellt und mit den Kurswerten vom 31. Dezember 1912 verglichen. Es ist dieser als Stichtag gewählt worden, nicht nur, weil eine 5jährige Periode sich für derartige Vergleiche gut eignet, sondern auch, weil sich

Digitized by Google

damals die Industrie, besonders auch die elektrotechnische, in einer günstigen Konjunktur befand, die bekanntlich in den nächstfolgenden Jahren sehr stark nachgelassen hat. Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist die Rentabilität der Elektrizitäts-Gesellschaften auf das Aktienkapital bezogen durchwegs eine recht günstige und schwankt von 6% bis zirka 16%. Die Dividende ist von sämtlichen Firmen, mit Ausnahme der Siemens-Schuckert-Werke, welche in beiden Jahren die gleiche Dividende ausschüttete, erhöht worden, stellenweise recht erheblich. Auch gegenüber dem Jahre 1912 ist mit Ausnahme der A. E. G.-Union von allen Gesellschaften eine Erhöhung der Dividende vorgenommen worden. Die Kurse sind allgemein ganz außerordentlich gestiegen, die Schätzwerte liegen größtenteils weit unter dem Niveau, das in der diesjährigen Epoche erreicht worden ist.

In der Zahlentafel ist auch für die Stichtage Ultimo 1912 bezw. 1917 ein Vergleich der Verzinsung vorgenommen worden, die sich beim Erwerb der Aktien zu den Schätz- bezw. Kurswerten im Verhältnis zu den letztgezahlten Dividenden ergibt. Mit Ausnahme der Preßburger Kabelfabrik und der Felten & Guilleaume A.-G. ist die Verzinsung bei der jetzigen Bewertung der Aktien ganz wesentlich gesunken. Nur Kolben & Co., Vereinigte Glühlampenfabrik Budapest, Vereinigte Telephon- & Telegraphenfabrik, Kabelfabrik & Drahtindustrie ergeben bei den heutigen Kursen eine mehr als 4%ige Verzinsung, alle anderen Aktien nur eine solche zu 3 bis 4%, die Siemens-Schuckert-Werke sogar nur 2·5%. Zum Teil ist dies außer auf Imponderabilien auf die Bewertung der offenen und stillen Reserven und auf die Eskomptierung des Friedensgeschäftes zurückzuführen. Immerhin sind die Kurse noch erheblich hoch zu nennen und wenn man auch zugeben mag, daß entsprechend der heutigen Wertbemessung aller Waren auch die inneren Werte der Industrie-Gesellschaften höher anzunehmen sind, so werden diejenigen Aktionäre, welche Industrie-Aktien als Anlagepapier und nicht aus spekulativen Gründen zu erwerben pflegen, die effektive Rentabilität nicht außer Acht lassen können. —nn.

	Nom.	Div. 1915	Kurs 31. 12. 1916	Div. 1916	Kurs 31. 12. 1917	Div. 1911	Kurs 31. 12. 1912	Verzinsung 1912	Verzinsung 1917
A. E. G. - Union Elektrizitäts-Gesellschaft	400	24	595	32	845	28	538	5·3%	3·8%
Elektrizitäts-Akt.-Ges. vorm Kolben & Co.	400	36	720	38	900	26	442	5·8%	4·2%
*Vereinigte Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft	200	14	285	15 (9*)	480	12	244	4·9%	3·1%
Budapester Allgemeine Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft	200	25	780	25	800	22	529	4·1%	3·1%
Ungarische Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft i. Liq.	200	—	35	—	—	27	445	6·0%	—
*Vereinigte Glühlampen- u. Elektrizitäts-A.-G., Budapest	200	24	540	30	725	21	335	6·2%	4·1%
Österreichische Siemens-Schuckert-Werke	200	14	331	14	555	12	282	4·2%	2·5%
*Telephon-Fabrik Akt.-Ges. vorm. J. Berliner	M1000	250	4000	25	4850	80	1950	4·1%	—
Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks-Aktien-Gesellschaft vorm. Czeija, Nissl & Co.	400	36	675	48	1010	26	549	4·7%	4·7%
Felten & Guilleaume Akt.-Ges.	400	50	1350	80	1490	65	1118	5·1%	5·3%
Kabelfabrik und Draht-Industrie-Akt.-Ges.	200	24	490	30	705	22	386	5·7%	4·2%
Kabelfabrik Akt.-Ges., Preßburg	400	48	950	60	1400	44	762	5·7%	4·3%
Vereinigte Elektrizitäts-Akt.-Ges. 4·5% Obl.	--	--	90%	--	95%	--	96%	--	--
Ganz & Co., Danubius 4·5% Obl.	--	--	98%	--	99%	--	95·75%	--	--
Siemens-Schuckert-Werke 4·5% Obl.	--	--	92%	--	93%	--	93%	--	--

*) Dividende pro 1914/15 bezw. 1915/16.

Wien, 27. Jänner **ANZEIGER** 1918 — Heft 4

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1917. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen und Projekte. Metallbericht.

Die elektrotechnische Industrie im Jahre 1917.

Von **Emil Honigmann** in Wien.

Auch im dritten Kriegsjahre hat die elektrotechnische Industrie ihre Kräfte aufs äußerste anstrengen müssen, um den Anforderungen, die der Krieg an sie stellte, nachkommen zu können und ihre sonst den Fortschritten der Zivilisation gewidmeten Werkstätten haben sich in Arsenale umgewandelt. Der unmittelbare Heeresbedarf ist ungemein groß, verwertet doch die moderne Kriegskunst die elektrische Energie in reichstem Maße und auf den verschiedensten Gebieten. Aber auch die zahlreichen Fabriken, Gruben, Mühlen und Werkstätten, welche in den Dienst der Kriegsrüstung gestellt sind, benötigen elektrische Maschinen, Apparate, Telegraphen und Fernsprecher, Öfen und Schmelzen in Hülle und Fülle, gibt es doch heute kaum mehr eine Stätte menschlicher Arbeit, an welcher man die Mithilfe der Segnungen der Elektrizität entbehren könnte. Der dadurch bedingte große Bedarf an elektrotechnischen Gerätschaften aller Art hat dazu beigetragen, daß unsere bodenständige Industrie sich auf eine Produktion, deren Umfang man vor wenigen Jahren noch nicht ahnte, einrichten konnte und mußte und auch die weniger großen Firmen vermochten nun Fabrikationsmethoden, insbesondere die Vorzüge der Spezialisierung anzuwenden, die ihnen die Rationalisierung ihrer Betriebe ermöglichten und auch nach dem Kriege sicher zugute kommen werden. Dem steht allerdings der Nachteil gegenüber, daß die Arbeitsbehelfe, insbesondere die Kraftanlagen und Werkzeuge bis an die Grenze des überhaupt Möglichen angespannt werden mußten und zum großen Teile austauschreif geworden sind; allerdings gestatteten die Betriebsgewinne ihre Abschreibung, so daß die Erneuerung auch zu den jetzigen hohen Preisen geringere Sorgen bereitet. Die Kosten der Fabrikation wachsen wie überall ins Ungemessene. Wie sehr die wichtigsten von der Elektrotechnik gebrauchten Stoffe, Metalle und Isolationsmittel, abgesehen von den Betriebsmaterialien, wie Kohlen und Ölen, und den qualifizierten Arbeitskräften sich verteuert haben, ist ja allgemein bekannt. Da ihre Entwicklungskurven immer noch weiterer Höhe zustreben, vermag man weder beim Einkauf noch beim Verkauf heute Abschlüsse zu festen Preisen zu tätigen, vielmehr werden diese jeweils erst zur Zeit der Lieferung bestimmt.

Obwohl die unmittelbaren Aufträge der Heeresverwaltung schon spärlicher zu werden beginnen, blieb doch erst wenig Zeit und Gelegenheit zu sogenannten Friedensarbeiten und die Zahl der Projekte, die genannt zu werden verdienten, ist nur gering. Eine imponierend große Anlage muß aber doch erwähnt werden; es ist dies die Überlandzentrale der Steirischen Faalwerke*), deren Bau während des Krieges trotz aller Schwierigkeiten fertiggestellt worden ist. Schon jetzt beträgt ihre Leistungsfähigkeit 35 000 kW. Es ist aber im Zusammenhang mit ihnen die Errichtung von 3 weiteren Werken geplant, die zusammen 140 000 PS mit einer Gesamtleistung von 1000 Millionen kWh im Jahr erzeugen und damit Österreich den Ruhm schaffen werden, das größte europäische Elektrizitätswerk zu besitzen. Das Ansehen unserer Technik fördert auch die Inanspruchnahme unserer Wiesthalwerke*), welche die Stadt Salzburg mit Energie versorgen, zur Ergänzung der bayrischen Salachwerke, die scheinbar nicht ganz die an sie geknüpften Erwartungen erfüllen; durch eine neue Staustufe soll die Leistungsfähigkeit des österreichischen Werkes um ungefähr ein Drittel erhöht werden. Es würde also dann ein Export elektrischer Energie nach Deutschland stattfinden, was auch juristisch und handelspolitisch nicht uninteressant ist.

Von den vielen vor dem Kriege entworfenen Projekten ist sonst kaum etwas der Verwirklichung nähergerückt. Eine Schöpfung des Krieges, deren Wirkung aber diesen weit überdauern wird, ist der Bau der Thonerde-Elektroden- und Aluminiumfabrik bei Steeg**), die den Strom von einer neuen oberhalb der Liechtensteinklamm gebauten Kraftzentrale von konst. 4000 PS erhält; gleichzeitig wurde eine Leitungslinie von Steeg nach Lend zur dortigen Aluminiumfabrik gelegt, um durch eine Verkupplung der Werke den Ungleichheiten des Wasserzuflusses zu begegnen. Einige Aussicht zu absehbarer Realisierung scheint vielleicht die Wasserkraftanlage Hohenstein zu bilden, die der Stadt Krems konzessioniert worden ist***); das geplante Überlandwerk soll nicht nur die Gemeinden im Kremsthal mit Licht und Kraft versehen, sondern auch die Betriebskraft für die schon lange als notwendig erkannte Bahn nach Gföhl†) liefern. Der Bau eines Überlandwerkes im Marchfeld bei Bockflies scheint auch gesichert zu sein, an das sich nicht weniger als 129 niederösterreichische Gemeinden anschließen sollen. Erwähnung verdient auch ein zwar noch weit im Felde liegendes, aber imposantes Projekt, das die Verwertung der mächtigen Donau-Kräfte bei Wallsee und der Fortleitung der dabei zu gewinnenden elektrischen Energie bis nach Wien behandelt und für den sich einflußreiche, kapitalskräftige Faktoren interessieren.

Die drückende Kohlennot hat die Versorgung der Hauptstadt mit Strom aus Wasserkraftwerken neuerdings in den Vordergrund gerückt; mancherlei Lösungen dieser unaufschiebbaren Aufgabe in Verbindung mit dem aus dem Stadium eines platonischen Wunsches noch immer nicht getretenen Bau der Untergrundbahnen und der Elektrifizierung der Stadtbahn wurden vorgeschlagen, doch läßt sich bisher noch nicht absehen, wann und nach welcher Richtung hin eine Entscheidung fallen wird. Das Zillingsdorfer Elektrizitätswerk††, das übrigens in einige Kombinationen, zum Beispiel mit einem Strombezug aus den schon erwähnten Faalwerken einbezogen wurde, hat eine gewisse Entlastung der städtischen Zentralen bewirkt; übrigens hat die Gemeinde 16 Millionen Kronen für Erweiterungen ihrer Werke bewilligt und zum Teil schon angelegt. Hiemit, abgesehen von kleinen Erweiterungen einiger Zentralen, wie zum Beispiel Tulln, dem Umbau des Elektrizitätswerkes Sarajewo†††), der Erweiterung der Straßenbahnen Brünn und Linz usw., wären aber schon die Friedensarbeiten und Vorbereitungen erschöpft. Hingegen wurde durch den Krieg nach der Richtung hin noch eine regere Tätigkeit veranlaßt, daß in zahlreichen elektrischen Anlagen die Kupferleitungen durch Eisen, Zink und Aluminiumdrähte ersetzt wurden, damit das freigewordene Kupfer der Metallzentrale für Kriegszwecke zur Verfügung stünde. Stellenweise konnten dabei veraltete Anlagen modernisiert werden. Auch zahlreiche Akkumulatorenbatterien wurden kassiert und ergaben beträchtliche Mengen von Blei. Kupferleitungen werden schon lange nicht mehr hergestellt und auch für die Isolierung werden an Stelle von Gummi und Baumwolle als Ersatzstoffe Regenerate und Papierumspinnungen verwendet. Die Metalle, die in normalen Zeiten bei der Anfertigung elektrischer Maschinen und Apparate eine Rolle spielen, sind fast vollkommen aus ihr gedrängt worden und man hat sich mehr oder weniger an zweckentsprechende Ersatzstoffe fast ebenso gewöhnt, wie auf dem Gebiete der Ernährung, Bekleidung u. dgl.

Die Stromlieferungswerke hatten viel darunter zu leiden, daß die Brennstoffe in viel zu geringen Mengen und zu ungemein gesteigerten Preisen zu haben waren und daß auch alle anderen Betriebsausgaben, insbesondere die Personalkosten, zu denen oft genug auch die Beschaffung von Lebensmitteln für die Angestellten kam, die Eigenkosten der Stromerzeugung enorm erhöhten. Nur öffentliche Werke vermochten durch Tariferhöhungen dies einigermaßen wett zu machen. Die Privatwerke sind hingegen verpflichtet auf Grund von Verträgen zu den unveränderten Friedenspreisen zu liefern, wohl das einzige Beispiel einer Selbstkostenerhöhung, die im Kriege keine Überwälzung gefunden hat. Sie versuchen jetzt auf gütlichem Wege eine Tariferhöhung zu erwirken. Der Absatz an Strom ist infolge der Sparmaßnahmen der Sommerzeit, des früheren Ladenschlusses usw. geschmälert worden, andererseits aber führte der Mangel an Petroleum und der gesteigerte Bedarf an motorischer Kraft den Zentralen neue Abnehmer zu. So ist im allgemeinen das finanzielle Ergebnis der Werke nicht schlechter geworden, wie auch durch die Bilanzen der Aktien-Gesellschaften ersichtlich ist.

Aber auch die Fabrikations-Gesellschaften, insbesondere die Kabelwerke, haben, soweit bisher bekannt wurde, recht gut abgeschnitten und konnten ihre letzten Dividenden meist erhöhen. Die nächste Bilanz wird allerdings schon die Umstellung auf die Friedenswirtschaft berücksichtigen und entsprechende Reserven einstellen müssen. Zum Teil wird auch die Dividende für erhöhte Kapitalien aufzubringen sein; so vermehrten die Brown-Boveri-Werke ihr Gesellschaftskapital von 4 auf 8 Millionen, die Vereinigte Elektrizitäts-A.-G., von 10 auf 13 Millionen, die Gesellschaft für elektrische Industrie von 4 auf 6 Millionen, die A. E. G.-Union von 16 auf 20 Millionen Kronen*). Die alte, 34 Jahre bestehende tschechische Firma Fr. Křižik wurde unter Mitwirkung der Prager Kreditbank in eine Aktien-Gesellschaft mit dem Namen „Böh-

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 288.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 115.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 184.
***) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 151.
†) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 152.
††) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 441.
†††) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 327.

Digitized by Google

mische Mährische Elektrizitätswerke Fr. Křižik“ mit 5 Millionen Kronen Kapital umgewandelt*). Sie hat mit der anderen großen Prager Elektrizitäts-A.-G. vorm. Kolben & Co., unter Mitwirkung derselben Bank, ferner der Zivnostenska Banka und der tschechischen Agrarbank die „Elektra-Gesellschaft für elektrische Unternehmungen m. b. H.“ in Prag gegründet**), die sich ausschließlich mit dem Bau großer Zentralen befassen soll. Die Elektrizitätswerke der Firma Jenny & Schindler wurden unter Mitwirkung einer bayrischen Firma als „Vorarlberger Kraftwerke G. m. b. H.“ in Andelsbuch mit einem Kapital von 3 Millionen Kronen gegründet***).

Die wachsende Erkenntnis der bedeutsamen Rolle, welche die Verwertung elektrischer Energie in unserem Wirtschaftsleben spielt, hat naturgemäß auch die Augen der Regierungskreise auf sich gezogen, wobei erklärlicherweise fiskalische Tendenzen nicht unbeteiligt sind. Wenn auch der Gedanke eines Elektrizitätsmonopols als unausführbar immer mehr in den Hintergrund getreten ist, so wird um so mehr von einer Beteiligung des Staates und auch der Länder an der Elektrizitätswirtschaft gesprochen, wie sie in Bayern, Sachsen, Brandenburg und Württemberg teils schon in Ausführung begriffen, teils in Vorbereitung ist. Der Ministerpräsident hat ein großzügiges Programm entwickelt, welches das die Zusammenfassung aller einheimischen geeigneten Naturkräfte zur Umwandlung in elektrische Energie und den Bau eines Reichsverteilungsnetzes ins Auge faßt, das über das ganze Land gespannt werden soll, um allenthalben an den Segnungen der Elektrizität die Industrie, Land- und Privatwirtschaft teilhaftig zu machen. Im Arbeitsministerium ist unter der Leitung hervorragender Fachleute eine eigene Sektion gegründet worden, welche die technische, juristische und administrative Durchführung einer modernen, zeitgemäßen Elektrizitätswirtschaft vorbereiten soll und die sofort ihre Arbeiten in Angriff genommen hat*).

Wenn auch nur ein Teil der gehegten Hoffnungen in Erfüllung geht, so wird auch nach Friedensschluß der österreichischen Elektrotechnik eine Fülle von Aufgaben erwachsen, deren Lösung ihr für Jahre hinaus umfassende und fruchtbare Arbeit verschaffen, aber auch in reichem Maße dazu beitragen wird, die tiefen Wunden, die der Krieg dem Lande geschlagen, zu heilen und zu verwinden.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Ans. Seiten 249, 288.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Ans. Seiten 56, 74, 99.
***) Vgl. E. u. M. 1917, Ans. Seite 35.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Preiserhöhung der Glühlampen. Wie die „Metax“ mitteilt, trat ab 15. d. M. infolge der fortwährenden Verteuerung der in der Glühlampenfabrikation in Verwendung kommenden Rohmaterialien und Hilfsstoffe sowie der Verpackungsmaterialien eine neuerliche Erhöhung der Verkaufspreise der Glühlampen in Kraft. Der Teuerungszuschlag beträgt nunmehr 100%.

*) Vgl. E. u. M, 1917, Seite 595.

Anlagen und Projekte.

Allentsteig in N.-Ö. Die Stadtgemeinde beabsichtigt das Elektrizitätswerk in eine Überlandzentrale auszubauen, damit die umliegenden Gemeinden mit elektrischem Licht versorgt werden können.

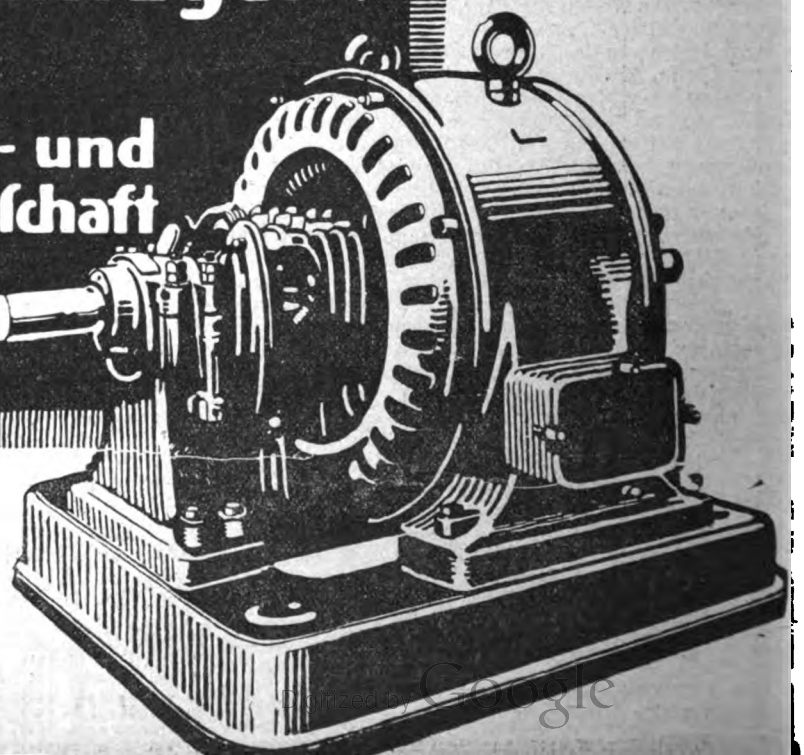
Frankenburg in O.-Ö. Die Gemeinde beabsichtigt die elektrische Beleuchtung einzuführen. Für die Durchführung der notwendigen Vorarbeiten wurde ein Ausschuß gewählt.

Prag. Der Stadtrat hat kürzlich beschlossen, die Gemeinde solle gemeinsam mit der Landesverwaltungskommission betreffs Ausnutzung der Wasserkraft der mittleren Moldau vorgehen. Die Wasserkraft soll für die Elektrizitätswerke Prags und der Nachbargemeinden nutzbar gemacht werden.

Nyczkowice. Auf Anregung der Landeszentrale für den Wiederaufbau Galiziens wird die Errichtung einer großen Wasserkraftanlage in Nyczkowice am San geplant. Der elektrische Strom, der hier ge-

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.
Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

wonnen werden soll, wird eine Reihe von Betrieben mit elektrischer Kraft und Beleuchtung zu versehen haben, so die Stadt Sanok und die dortige Waggonfabrik, die landwirtschaftlichen Industrieanlagen des Grafen Krasicki, die Petroleumraffinerie in Lisko, die Rohölgruben in Robjenko in Wankowo und bei Zagorz, die Petroleumraffinerie in Ustrzyki, die Bahnwerkstätten in Zagorz, die Dampfsägewerke in Lisko, Ustrzyki, Olszanica und Starzawa usw. Durch Anlegung eines Sammelreservoirs, dem auch eine große Bedeutung für Meliorationszwecke zukommen würde, wird man in Nyczkowice bei einer Produktion von 35 Mill. kWh im Jahre einen Bedarf von mehr als 14 000 PS zu decken vermögen. Dabei wird die Herstellung des elektrischen Stromes sehr billig sein. Unter Berechnung einer 5%igen Verzinsung des Anlagekapitals werden sich die Selbstkosten auf weniger als 10 Heller für die kWh stellen.

Hermannstadt. Der Hermannstädter Straßenbahngesellschaft wurde die Vorkonzession für eine elektrische Vizinalbahn von ihrer Endstation in Hermannstadt bis in die Gemeinde Vizakna erteilt.

Oklánd. Auf Anregung des Oberstuhlrichters im Udvarhelyer Komitat ist der Bau einer elektrischen Kraftzentrale unter Benutzung einer bestehenden Wasserkraft geplant.

Turócszentmárton. Die Zellulosefabrik in Turócszentmárton hat dem Munizipium des Komitates Turóc ein Anbot für die elektrische Beleuchtung der obgenannten Stadt unterbreitet, das seine Genehmigung fand.

Berlin. Kürzlich hatte sich ein Ausschuß des Abgeordnetenhauses auch mit der Frage der Elektrisierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen beschäftigt, wobei ein Vertreter der Regierung darauf hinwies, daß die Arbeiten auf diesem Gebiete auch während der Kriegszeit möglichst gefördert worden sind. Die schon 1913 bewilligten Mittel sind größtenteils zur Erwerbung von Braunkohlenvorkommen bei Bitterfeld und Lübbenau verwandt und dadurch der Betrieb der Bahnen auf 70 bis 90 Jahre gesichert worden. Auch die Frage der Verwertung von Torf zur Erzeugung elektrischer Kraft erfuhr durch Versuche weitere Klärung. Aller Voraussicht nach dürfte eine neue, die Elektrisierung der Berliner Stadtbahnen betreffende Vorlage bald nach Friedensschluß beim Landtage eingebracht werden.

Magdeburg. Die preußische Staatsverwaltung hat der A. E. G. 27 Wechselstromlokomotiven mit zwei Motoren in Auftrag gegeben. Die Maschinen sollen auf der Strecke Magdeburg—Leipzig—Halle im Güterverkehr verwendet werden.

Metallbericht. Die Berichte vom amerikanischen Stahl- und Eisenmarkte gelangen nicht mehr regelmäßig, wie noch in den ersten drei Kriegsjahren, zu uns, weniger deswegen, weil die politische Verbindung mit den Vereinigten Staaten abgebrochen ist, als infolge des Eingreifens der Regierung in die Preisbildung zugunsten der Heeresfordernisse, wodurch in allen kriegführenden Ländern der Markt das Gepräge der Einförmigkeit erhalten hat. Mitte Jänner wurde gemeldet, daß sich der Auftragsbestand beim Stahltrust am 1. Jänner 1918 auf 9 382 000 t belief, gegen 8 897 000 t am 1. Dezember 1917 und 11 547 000 t am 1. Jänner 1917, wo der Widerstand also wesentlich höher war. Wir haben im vergangenen Jahre in unseren Berichten wiederholt darauf hingewiesen, daß die starke Inanspruchnahme der Werke für die Kriegsindustrie den Rückgang an Aufträgen seitens der sonstigen Verbraucher nicht ausgleichen konnte, die infolge der Unsicherheit der Marktlage nach dem Eintritt des Landes in die Reihen der Kriegführenden sich die größte Zurückhaltung in der Abgabe von Bestellungen auferlegten. Wenn nunmehr seit langer Zeit innerhalb Monatsfrist wieder ein Plus von zirka 485 000 t zu verzeichnen ist, so ist dies ein Symptom der Änderung in der Marktlage, an dem die Berichterstattung nicht vorübergehen kann.

Auch aus der englischen Eisenindustrie kommt nach langer Pause wieder ein Lebenszeichen. Vier Stahlwerke: Die Workington Steel and Iron Co., die

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

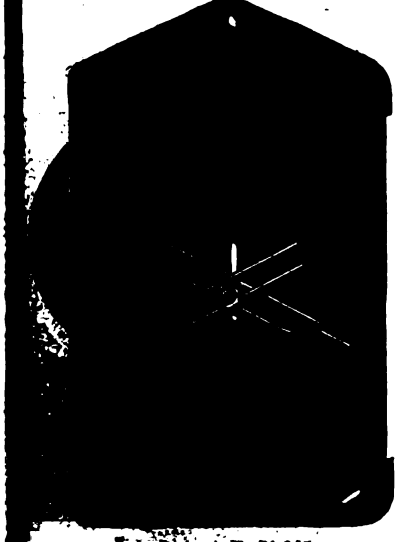
passend zu sämtlichen Zählertypen.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

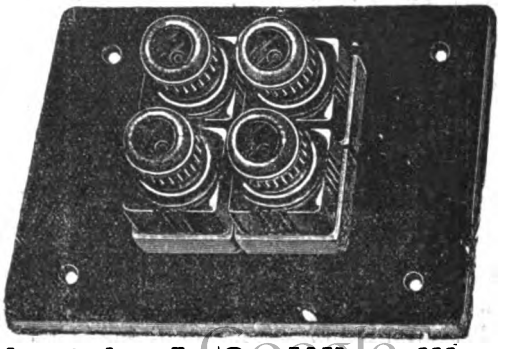
sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN



Ost. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Digitized by Google

Samuel Fox & Co., die Frodingham Jron and Steel Co. und die Steel Peech and Tozer Ltdd sollen zu einer großen Interessengemeinschaft vereinigt werden. Zweifellos ist während des Krieges an der Verbesserung und Ausgestaltung der bis dahin gegenüber anderen großen Produktionsländern etwas zurückgebliebenen technischen Werkseinrichtungen eifrig gearbeitet worden und die gemeldete Fusion stellt augenscheinlich den geschäftlichen Ausfluß derartiger technischer Fortschritte dar.

Einen Blick in die deutsche Eisen- und Stahlindustrie gewährt der soeben veröffentlichte Bericht der Düsseldorfer Handelskammer über das Wirtschaftsjahr 1917. Es heißt in demselben unter andern: Die scharfen Eingriffe der Heeresverwaltung in die Warenverteilung und Preisgestaltung der Industrie haben sich fortgesetzt. Äußere Anzeichen hiefür sind die Höchstpreise für Eisen, die festgelegten Auslandspreise, die Beschlagnahme von Baueisen, die Genehmigungspflicht für die Herstellung von Fabrikationsanlagen und Betriebseinrichtungen, die Herstellungsverbote für Gußwaren. Andererseits hat man sich bemüht, der Industrie auch bei der Beschaffung von Rohstoffen zu helfen durch losere oder festere Bewirtschaftung des Schrotts, Gußbruches, Graphits, Aluminiums und anderer Waren. Die Verbände der Industrie wurden gestützt und es ist sogar gelungen, einen Stabeisenverband ins Leben zu rufen und eine wesentliche Vereinfachung der Fabrikationsprogramme in der Walzwerks- und Kleineisenindustrie sowie in den Topfgießereien durchzusetzen.

Kriegsanleihe-Versicherung.

Die Frist für die Zeichnung auf die VII Kriegsanleihe ist am 15. Dezember v. J. abgelaufen.

Denjenigen, der bisher keine Gelegenheit hatte, auf die Kriegsanleihe zu zeichnen, bietet bis auf weiteres die Kriegsanleiheversicherung eine willkommene Kombination zur nachträglichen Zeichnung auf die Kriegsanleihe bei gleichzeitiger Versorgung seiner Angehörigen im Falle des vorzeitigen Ablebens. Näheres ist aus der dieser Nummer beigelegten Karte zu entnehmen.

Ofenbau.

Dieser Nummer liegt ein Prospekt des Hüttentechnischen Büro Franz Schwindshackl, Wien XIV, Kröllgasse 31, bei.

KAUF-GESUCHE

Zu kaufen gesucht:

Drehstrommotor

450 PS Dauerleistung, zirka 120 Umdrehungen in der Minute bei 50 Perioden und 2000 Volt oder umschaltbar auf 2000 Volt.

Offerten unter „W. B. 4718“ an **Rudolf Mosse**, Wien I, Seilerstätte 2. 1724

Drehstrom-Transformator

für 45 kVA 50 Perioden, für 3000 Volt Oberspannung 128 Volt Unterspannung, sogleich

zu kaufen gesucht. 1730

Angebote an **Ing. Georg Wirth** in Wien III/4.

Beachten Sie die Anzeige in Heft Nr. 3 Seite XIII.

Drehstrom-transformatore

10 bis 20 kVA, 5000—5500/220—380 Volt, 50 Per., wenn möglich mit Ölkühlung, auch ältere, aber absolut betriebssichere, mit Garantie, **kauft sofort** El.-Werk. Angebote unter **„Transformatore 596“** in **Annonz.-Bur. J. Grégr**, Prag, Heinrichsgasse 19. 1731

Zu kaufen gesucht!

Drehstrom-Transformator, 5000 Volt, primär, 220 Volt sekundär, 140 kW, **ferner Drehstrommotor**, 220 Volt, 80 PS, 40 PS, 20 PS, 48 Perioden. Riemenantrieb, 1450 Touren samt Schalttafeln. 1712

Österr.-Ung. Ernolith-Werke, Wien I, Plankengasse Nr. 3.

PATENT-ANZEIGEN

Inhaberin des österr. Patentes **Nr. 68418**, betreffend:

„Verfahren zur Herstellung von Schutzhüllen auf Kohlenelektroden, insbesondere für elektrische Öfen“,

wünscht dieses Patent zu verkaufen oder Lizenzen zu erteilen. Patentinhaberin ersucht, sich wegen Auskünfte an die Kanzlei der Patentanwälte Ing. **J. J. Ziffer** und Ing. **G. Wolf**, Wien VI, Mariahilferstraße 17, zu wenden. 1716

Inhaberin des österr. Patentes **Nr. 28342**, betreffend:

„Vorrichtung zur Verbindung der Ballastbehälter unter sich und mit dem äußeren Seewasser bei Unterwasserbooten u. dgl.“,

wünscht dieses Patent zu verkaufen oder Lizenzen zu erteilen. Patentinhaberin ersucht, sich wegen Auskünfte an die Kanzlei der Patentanwälte Ing. **J. J. Ziffer** und Ing. **G. Wolf**, Wien VI, Mariahilferstraße 17, zu wenden. 1717

Käufer oder Lizenznehmer gesucht für das österreichische Patent **Nr. 72598**

»Kugellager mit gerillten Laufringen«

und gefällige Anfragen erbeten an das Patentanwaltsbureau **V. Tischler**, Wien VII/2. 1705

Käufer oder Lizenznehmer gesucht, für das österr. Patent **Nr. 57827**

„Heizkörper, bestehend aus hohlen Heizplatten“

und gefl. Anfragen erbeten durch das **Patentanwaltsbureau V. Tischler, Wien VII/2.** Gedruckte Patentschriften sind daselbst kostenlos erhältlich. 1682

Für das österreichische Patent **Nr. 67572**

„Apparat zur Erzeugung hochfrequenter Wechselströme“

werden Käufer, Lizenzabnehmer oder sonstige Interessenten gesucht. Anträge erbeten an **Patentbüro Pappenheim & Co., Wien I, Schulerstraße 20.** 1723

Beilagen finden in dieser Zeitschrift zweckmäßigste Verbreitung.

Isolierrohr

30 000 m, verbleit, 11 mm Ø (Verbandsware), günstig abzugeben.

Victor F. Mattern,
Elektr. Maschinen u. Apparate,
Berlin SW 68. 1733
Drahtanschrift: Auretta Berlin

1918 Jänner 31 Donnerstag 10 Uhr vormittags Schluß der Anzeigenannahme für Heft 5

Digitized by Google

Wien, 3. Februar **ANZEIGER** 1918 — Heft 5

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Der Staatsfernsprecher (Telephon) und Telegraph in Österreich. — Wirtschaftliche Nachrichten.

Der Staatsfernsprecher (Telephon) und Telegraph in Österreich*).

Von **Hans v. Heilrigl.**

Am 7. Oktober 1917 waren es gerade 30 Jahre, daß mit der ersten Telephonverordnung des k. k. Handelsministeriums das Telephon als neues öffentliches Verkehrsmittel dem älteren Telegraphen angegliedert und auch in innigen Zusammenhang mit der Post gebracht wurde. Noch kurz vor Ablauf der ersten 30 Jahre des neugeschaffenen „Staatstelephon" ist am 1. Jänner 1917 mit der letzten Verordnung vom 23. September 1916, der neuen „Fernsprechordnung" und „Fernsprechgebührenordnung" das „Staatstelephon" als „Staatsfernsprecher" in ein neues Stadium der Entwicklung getreten, das leider im Zeichen des Krieges stehen muß**).

Nachfolgende an der Hand der offiziellen Jahresstatistik***) übersichtlich geordnete Zusammenstellung über den Entwicklungsstand, Drahtlänge, Sprechstellen, Stationen, am 1. Jänner 1915 und 1916, die Verkehrs- und finanziellen Ergebnisse im Jahre 1914 und 1915 läßt mit einem kurzen Überblicke den Einfluß der ersten 1½ Jahre des ausgebrochenen Weltkrieges erkennen und dürfte für die kommenden Friedenszeiten, zu Vergleichen herangezogen, ein erhöhtes Interesse gewinnen.

Eingehende Erörterungen hiezu erübrigen sich. Die Entwicklung erscheint mehr weniger gehemmt, was im vollen Kriegsjahr 1915 auffallender beim Staatsfernsprecher (nur 1·2% Sprechstellen Zuwachs und 5·1% Abnahme des Ortsverkehrs), ausgenommen Fernlinien und Fernverkehr, zutage tritt, während beim Telegraphen das Gegenteil zu bemerken ist, sowohl betreffs Zuwachs an Drahtlänge als auch betreffs Zunahme des Verkehrs und der Einnahmen (8·1% mehr gegen 10·2% weniger 1914). Telegraph und Telephon stehen teilweise unter Militärverwaltung, mit deren Einvernehmen die durch den Ausbruch des Krieges eingetretenen Beschränkungen im Telegraphen- und Fernsprechverkehre nach Tunlichkeit gemildert oder beseitigt wurden. Durch die getroffenen Maßnahmen wurde der Verkehr wieder etwas belebt, wie die Statistik zeigt. (Zunahme der Telegramme 7·4% gegen 9·8% Abnahme 1914; Zunahme der Ferngespräche 13·3% gegen 14·1% Abnahme 1914). Es wurde eine Großradiostation gebaut, wodurch eine Beschleunigung des Verkehrs mit den neutralen Ländern bezweckt ist. Die mit Ausbruch des Krieges gesperrten Fernlinien sind in vielen Relationen dem Sprechverkehr wieder freigegeben worden. Ein regelmäßiger Kriegsberichterstatterdienst wurde geschaffen, ferner der Privattelegraphenverkehr von den Truppen im Felde zugelassen und auch umgekehrt versuchsweise ermöglicht. Auf Ersatzwegen über neutrale Länder konnte zeitweise ein Verkehr mit dem feindlichen Auslande und der Kriegsgefangenen mit dem Heimatlande stattfinden. Ein zwischen Triest und Barcelona eröffneter Radioverkehr mußte nach Ausbruch des Krieges mit Italien wieder eingestellt werden usw.

Der Brieftelegrammverkehr ist seit Anfang August 1914 eingestellt, ebenso der Radioverkehr über Bordstationen, deren es im Jahre 1914 34 gegeben hat.

In weitere Einzelheiten einzugehen, die aus der Eingangs erwähnten Denkschrift besonders betreffs Wiederzulassung des Sprechverkehres auf Fernlinien u. dgl. zu entnehmen sind, würde hier zu weit führen.

Über den Entwicklungsstand (zum ersten Male in der Statistik 1915 enthalten) am 1. Jänner 1916 und die Verkehrsergebnisse im Jahre 1915 in Ortsnetzen mit mehr als 2000 Teilnehmern gibt die Tabelle II ein übersichtliches Bild.

Daraus ergibt sich, daß das Wiener Netz allein mehr als die Hälfte der Drahtlänge sämtlicher Netze in Österreich umfaßt, davon 87·6% Kabeldrähte gegen 69·3% im Durchschnitte für ganz Österreich; daß mehr als 40% der Gesamtanzahl der Sprechstellen Österreichs auf das Wiener Netz allein entfallen, mit 32·1% Nebenstellen gegen 27·3% für ganz Österreich und daß vom Ortsverkehr in sämtlichen Netzen Österreichs mehr als 60%, vom Fernverkehr

*) Die offizielle Jahresstatistik für 1915 ist ebenso wie die für 1914 verspätet zur Ausgabe gelangt; außerdem ist der dritte Teil einer Denkschrift über Post, Telegraph und Telephon im Kriege bis einschließlich des ersten Halbjahres 1916 erschienen.

**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz., Seite 45.

***) Die letzte Jahresstatistik für 1915 hat endlich eine wiederholt angeregte zeitgemäße Erweiterung mit Bereicherung von Daten über das Fernsprechwesen erfahren, womit zugleich gewisse Unstimmigkeiten mit der seit Juli 1914 aufgelassenen Vierteljahrsstatistik verschwunden sind und ohne daß die mit der aufsteigenden Entwicklung der Telephonie stetig reichlicheren Stoff bietende Statistik den anfänglichen allzugroßen Umfang angenommen hat; zu vermissen sind noch Angaben über die Zahl der internationalen Fernlinien und den internationalen Fernsprech(Telephon)-verkehr.

Tabelle I. Entwicklungsstand. — Drahtlänge, Sprechstellen usw. — Verkehrs- und finanzielle Ergebnisse.

Am 1. Jänner	Telegraph: Drahtlänge in km[3]) davon Kabeldrähte in	%	Fernsprecher (Telephon): Ortsnetze[1]) Drahtlänge in km[3]) davon Kabeldrähte in	%	Fernlinien[2]) Drahtlänge in km[3]) davon Kabeldrähte in	%	Anzahl der Sprechstellen[4]) davon Nebenstellen	%	Telegraph: Anzahl der Stationen[5]) davon Bahn	%	Im Jahre	Telegraph: Anzahl der Telegramme[6]) davon ausländische	%	Fernsprecher (Telephon): Anzahl der Gespräche davon durch öffentliche Sprechstellen vermittelte	%	dringende	%	Einnahmen[9]) (Brutto) im Fernverkehre	%	im Auslandsverkehre	%	Telegraph: Einnahmen[9]) (Brutto)
												Mill. K		Mill. K		Mill. K		Mill. K		Mill. K		
1915	247 132	3·6	507 730	69·2	83 255	3·3	167 746	—	7351	34	1914	21·047	25·9	396·880	0·16	6·326	3·5	29·357	23·5	16·964	38·4	
1916	259 235	3·8	524 606	69·3	86 814	3·3	169 693	27·3	7329	34	1915	22 599	21·6	376·697	0·13	7·169	5·3	27·772	28·1	18·336	33·4	
im Jahre	Zuwachs (+) oder Abgang (—)											Zunahme (+) oder Abnahme (—)										
1914	+ 4 272	1·7	+ 30 637	6·4	+ 2 426	3·0	+ 8 165	5·1	+ 69	1·0	1914	— 2·295	9·8	+ 16·104	4·3	— 1·036	14·1	+ 0·950	3·3	— 1·931	10·2	
1915	12 103	4·9	16 876	3·3	3 559	4·3	1 947	1·2	— 22	0·3	1915	+ 1·552	7·4	— 20·183	5·1	+ 0·843	13·3	+ 1·585	5·4	+ 1·372	8·1	

Nachfolgende Zahlen beziehen sich ausschließlich auf den Entwicklungsstand usw. am 1. Jänner 1916 bezw. im Jahre 1915; nebengestellt in Klammer sind die Prozentzahlen — mehr (+) oder weniger (−) — gegen das Vorjahr (1./I. 1915 bezw. i. J. 1914). 1) Zahl: 1486 (+ 0·8) mit 1876 (— 1·0) Vermittlungsämtern (Zentralen) darunter 402 Nebenämtern (siehe auch die Tabelle II); — 2) Zahl: 958 (+ 0·9), daran angeschlossen 2317 (— 2·2) Orte; — 3) inbegriffen 68 885 (+ 3·1) km Eisenbahn- und 1476 (+ 38·3) km Privattelegraphendrähte; von den Staatstelegraphendrähten waren aus Eisen (Stahl) 131 611 (+ 4·3) km, aus Bronze (Compound) 27 536 (+ 12·0) km, nicht inbegriffen 19 711 (+ 0·4) km Telephondrähte von 1685 (+ 5·0) Privatfernsprech(telephon)anlagen; — 4) nicht inbegriffen 2614 (+ 14·3) öffentliche und 537 Telephonautomaten sowie die öffentlichen bei den Vermittlungsämtern und 12 293 (+ 4·3) Sprechstellen in den Privatfernsprech-(telephon)anlagen; 5) inbegriffen 2 Funken(Radio)-, 6 Semaphoren- und 21 Privattelegraphenstationen, von 4811 (— 0·5) Staatstelegraphenstationen hatten 163 (+ 251%) ununterbrochen Tag- und Nachtdienst, 338 (— 88%) vollen Tagdienst usw.; 6) in- und ausländische, Staats-, Dienst- und Transittelegramme, inländische 11·0 Mill. (+ 19·3), nach und aus Ungarn 3·7 Mill. (+ 34·8) usw., nicht inbegriffen 4231 (+ 166%) Funken(Radio-)telegramme (Verkehr über Küstenstationen), darunter nur 9 außereuropäische gegen 61 bis August i. J. 1914; — 7) außerdem 1538 768 (— 43·2) Fernsprecher (Telephon) Telegramme und 6296 (— 69·2) Fernsprüche (Phonogramme); — 8) darunter auch 1782 bestellte Nachtgespräche, 14 429 Zeitansagegespräche und außerdem 4182 (— 70·3) Gesprächsaufforderungen und absagen, Voranmeldungen und telegraphische Avisi; — 9) für die aufgegebenen Telegramme für inländische und nach Ungarn zusammen 12·2 Mill. Kronen, die Telephoneinnahmen setzen sich zusammen aus: *a*) den Teilnehmer Jahres (Abonnement) und sonstigen Gebühren K 19 738 633 (— 10·3); *b*) den von öffentlichen Sprechstellen eingehobenen Sprechgebühren im Ortsverkehre K 58 311 (— 46·4); *c*) den Gebühren für Fern (Überland interurbane) Gespräche K 7 816 077 (+ 13·3); *d*) den Vermittlungsgebühren für Fernsprecher (Telephon)-Telegramme K 154 777 (— 52·0) und *e*) für Fernsprüche (Phonogramme K 4459 (— 65·3); — nicht inbegriffen sind die Einnahmen aus den konzessionspflichtigen Privatfernsprech (Telephon)-anlagen an Rekognitions- und sonstigen Gebühren K 223 977 (+ 11·6). — Die Gesamt-Telephoneinnahmen seit 1887 bis 1916 betragen rund 309 Mill. Kronen; — das Gesamtanlagekapital schätzungsweise und sehr hoch angenommen

dagegen nur etwas über 16% Gespräche im Wiener Netze vermittelt erscheinen.

Am neu eingeführten oder in der Einrichtung begriffenen halbselbsttätigen Betriebe der Wiener Zentralen erscheinen von der Gesamtanzahl Sprechstellen in Wien am 1. Jänner 1916 nicht ganz 20% beteiligt und eine minimale Zahl mit Sprechapparaten (64) für vollselbsttätigen Betrieb ausgerüstet.

Aus Tabelle II ergibt sich ferner, daß die Sprechstellen in 2 Hauptklassen, selbsttätiger und Handbetrieb, mit je 2 Unterklassen, voll- und halbselbsttätiger, Handbetrieb mit Z. B. und L. B., einreihen lassen. Bei der Beurteilung nun, welchen Einfluß die Betriebsart auf die Gebührengestaltung nimmt*) handelt es sich nicht allein darum, daß die mit den Fortschritten der Technik gleichen Schritt haltende Vervollkommnung des Betriebes der Verwaltung die Möglichkeit an die Hand gibt, dem Publikum Vorteile zu sichern und auch selbst Vorteile daraus zu ziehen, sondern auch darum, daß der Wert der Betriebsart entsprechend den verschieden gestellten Anforderungen im Ortsverkehre angemessen bewertet in der Gebührengestaltung offensichtlich zum Ausdrucke gebracht erscheint.

Die in den kommenden Friedenszeiten voraussichtlich zu erhoffende, wieder zu frischer erhöhter Entwicklungsfähigkeit gelangende Beliebtheit und in weiten Bevölkerungskreisen während der ersten 30 Jahre des Staatstelephons eingelebte Volkstümlichkeit des Sprechverkehrs wird, wenn auf vorbezeichnetem Wege mit Einhaltung gewisser Grenzen bei Ausschaltung fiskalischer Hintergedanken vorgegangen wird, aller Wahrscheinlichkeit nach keinen Abbruch erleiden müssen. Im Gegenteile, jedermann wird daraus die Überzeugung schöpfen können, daß damit Niemandem Unrecht geschieht, da sich dadurch die Verwaltung unentwegt bestrebt zeigt, den verschiedenen Bedürfnissen des Publikums zur

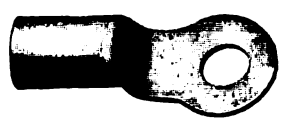
*) Vgl. E. u. M. 1917, Heft 33, Anz.

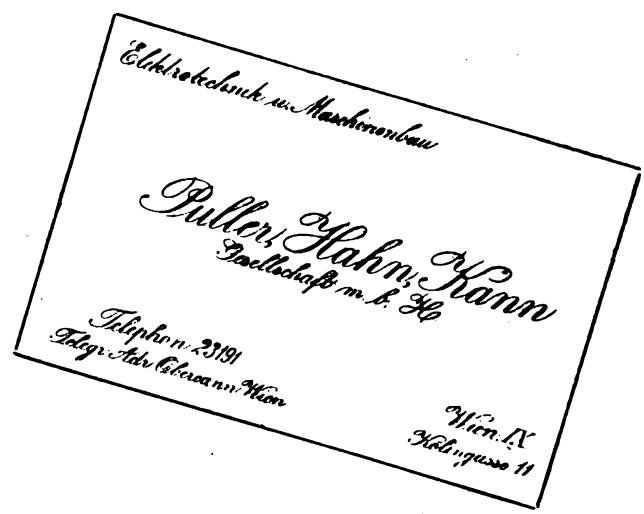
Tabelle II.

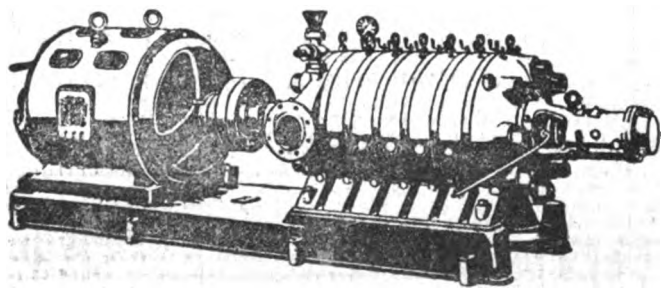
Netze[1]	Drahtlänge in km		Sprechstellen: Teilnehmer- u. Dienst- davon Kabeldrähte	%	Sprechstellen: öffentliche davon Nebenstellen	%	Automaten-	%	Sprechapparate für[2]) voll- selbsttätigen Betrieb	halb- selbsttätigen Betrieb	%	Hand- (Z. B. und L. B.) Betrieb	%	Orts- Gespräche Millionen	Fern- Gespräche Millionen
Wien	271 379	87·6	68 288	32·1	574	81	64	13 189	26	54 664[3])	20·2	231·608	1·158
Prag	59 980	73·1	11 187	32·6	80	30	—	—	—	10 401[4])	16·0	42·107	0·466
Brünn	9 095	73·4	4 105	25·6	24	30	—	—	—	4 199[5])	34·3	6·637	0·150
Graz	11 317	72·1	3 327	20·2	37	40	2261	840[6])	100	3 053[7])	20·2	4·139	0·108

[1]) Infolge des Krieges war der Betrieb in Lemberg, Krakau und Triest eingestellt; in Wien sind 11, in Prag, Brünn und Graz je 1 Haupt-Vermittlungsämter (Zentralen), in Prag 3, in Brünn 1 Nebenzentralen; — [2]) Einzel- und Gesellschaftsanschlüsse, letztere in %; — [3]) nur L. B. Betrieb; — [4]) 71% Einzelanschlüsse Z. B. und die Gesellschaftsanschlüsse L B. Betrieb; — [5]) 64% Einzel- und die Gesellschaftsanschlüsse Z. B. Betrieb; — [6]) nur Gesellschaftsanschlüsse; — [7]) 95% Einzel- und die Gesellschaftsanschlüsse L. B. Betrieb.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Kramer & Löbl
SCHLAG bei Gablonz a. N.
Fabrik elektrotechnischer Artikel.
RINGNIPPEL
aus Zink, gegossen,
Eisenblech, gestanzt.
Kabelschuhe
aus Zinkblech, gestanzt.
Offerte freibleibend!





= Zentrifugal- und rotierende =
Pumpen, Gebläse,
Gassauger.
9057
Generalvertreter: Dipl. Maschinen-Ing. HCH. PASLER
Wien, VIII. Tulpengasse 6.
C. H. Jaeger & Co., Pumpen- u. Gebläsewerk
Leipzig-Plagwitz.

Digitized by Google

Teilnahme am Sprechverkehre in voller Würdigung der gegebenen Verhältnisse nach jeder Richtung gerecht zu werden. Suum cuique!

Einwendungen gegen die Wertschätzung der Betriebsart, als mitsprechenden Faktor bei der Gebührenbemessung werden wohl kaum stichhaltig zu erachten sein; es wäre höchst wünschenswert und zeitgemäß, daß der hier wiederholt angeregten Sache die verdiente Aufmerksamkeit geschenkt werde.

Wirtschaftliche Nachrichten.

25 jähriges Jubiläum der Firma Dr. Paul Meyer A.-G. in Berlin. Die Firma wurde am 1. Jänner 1893 gegründet und blickt somit jetzt auf eine 25 jährige Tätigkeit zurück. Zur Zeit der Begründung der Fabrik hatten die elektrotechnischen Erzeugungsstätten immer mehr die Art der mechanischen Werkstatt abgestreift und den Charakter der Maschinenfabrik angenommen. Mit fortschreitender Entwicklung zu immer größeren Typen zeigte sich das Bedürfnis, die Erfahrungen und Grundlagen des älteren, hochentwickelten deutschen Maschinenbaues im Interesse einer stetigen Weiterentwicklung zum weiteren Ausbau heranzuziehen. Das Bedürfnis nach konstruktiver Durchbildung zeigte sich zuerst auf dem Gebiete des Dynamo- und Elektromotorenbaues, dann aber auch insbesondere auf demjenigen Gebiete, das sich die neugegründete Fabrik als Spezialarbeitsbereich auserwählt hatte, nämlich der elektrischen Meßinstrumente und Schaltapparate. Insbesondere letztere, bei welchen die Bearbeitungsweisen des Mechanikers noch vorherrschend waren, wurden von den Anschauungen des praktischen Maschinenbauers beeinflußt und die Erzeugnisse auf konstruktiver Grundlage in Formen aufgebaut, welche dem Maschinenbau entlehnt waren. Gerade auf diese Art der Ausbildung legte der Gründer der Firma, kgl. Baurat Dr. phil. Paul Meyer, besonderen Wert. Die Beschränkung auf ein bestimmtes Arbeitsgebiet ergab eine tiefgreifende Beschäftigung mit den auftauchenden Fragen und eine weitgehende Durchbildung der Erzeugnisse. So bildete sich neben den Großfirmen im Laufe der Jahrzehnte eine Reihe von durchaus leistungsfähigen derartigen elektrotechnischen Spezialfabriken, welche das gesamte Gebiet der Elektrotechnik umfassen. Ihre Leistungsfähigkeit ermöglichte es ihnen, ihre Sondergebiete durch Gehen eigener Wege wesentlich zu fördern und immer weiter auszubauen.

Die Fabrik begann mit den Apparaten für Akkumulatorenanlagen. Die Lösung der hiebei auftauchenden Aufgaben erfolgte bei der notwendigen sehr reichlichen Verwendung von Messing und Kupfer zunächst allerdings in Anlehnung an die in der deutschen Präzisionsmechanik bis dahin üblichen Formen und Ausführungen, jedoch wuchsen die Dimensionen der Apparate bald so, daß die dem mechanischen Aufbau dienenden Teile von den elektrisch beanspruchten getrennt und besonders behandelt werden mußten. Dies zog dann die Verwendung der im Maschinenbau üblichen konstruktiven Formen und Bearbeitungsweisen nach sich.

Anschließend an den Entwicklungsgang der Drehstromübertragung schuf die Firma Apparate bis zur augenblicklich höchsten gebrauchten Spannung von 110 000 V, während sich die Konstruktionen vor 25 Jahren im wesentlichen auf Apparate für 100 bis 110 V erstreckten. Die Firma schuf das eisengekapselte Schaltmaterial, welches einen weiteren wesentlichen Schritt auf dem Wege der Anpassung der elektrotechnischen Erzeugnisse an die Konstruktionen des Maschinenbaues darstellt. Ein anderes Gebiet, auf dem die Firma sich als Spezialität und intensiv betätigte, ist das der kompletten Schaltanlagen. Die auf dem Bearbeitungsgebiete gewonnenen umfangreichen und vielseitigen Erfahrungen konnten dann im Interesse des Vaterlandes, sowohl bei der Erbauung der Erzeugungsstätten für Stickstoff, Pulver, Sprengstoff usw., als auch insbesondere für die Durchbildung von besonderen Konstruktionen für die Marine, hauptsächlich Unterseeboote, verwendet werden. Auch hier zeigte sich wieder der besondere Vorteil der Spezialfabrik in der leichteren Anpassungsfähigkeit und in der Möglichkeit, Anregungen leichter aufzunehmen, zu verarbeiten und durch Verwendung vorhandener Konstruktionselemente auftauchende Bedürfnisse schnell und sicher zu befriedigen.

HIW MASTEN-SCHWELLEN HIW

KYANISIERT (SYSTEM KYAN) IMPRÄGNIERT (TEERÖL, FLUORNATRIUM, CHLORZINK)

HIW HOLZ-IMPRÄGNIER-WERKE HIW

GES.M.B.H. PRAG II. PALACKYKAI 56

DIE ALUMINIUMLOTE

Alufix, Magnalot, Alufer, Tachylot, Alulot und Duralot sind die einzigen Aluminiumlote, die an der Lötstelle eine Legierung der Metalle und daher eine unlösbare Verbindung herbeiführen.

(Patente ang. Wortmarken geschützt.)

Aluminiumlotwerke Alfred Hamburger, Wien, VII. Siebensterngasse 1.

Klingelleitungs- und Telephon-Drähte

mit Eisen- und Zinkleiter.

Textillose Wachsdraht D. R. G. M.
mit Eisenleiter 0·9 mm
mit Zinkleiter 0·9 mm.

Guttapercha-Ersatz-Draht D. R. G. M.
mit emailliertem Zinkleiter 0·9 mm
" " " verseilt 2×0·9 mm.

Größte Quanten sofort ab Lager lieferbar.
Man verlange Preisliste.

Friedenfeld, Krumm & Co.,
Frankfurt a. M., Taunusstraße 19. 979

Telegr. Adr. Friedco. Telephon Hansa 8476.

Schalttafelklemmen

(Original Druseidt-Klemmen)

Billigste Bezugsquelle

Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Digitized by Google

Nr. 1 MITTEILUNGEN 1918
DER VEREINIGUNG ÖSTERREICH. U. UNGARISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE

Außerordentliche Vereinsversammlung.

Samstag, den 16. Februar 1918 findet um 10 Uhr vormittags im Sitzungssaale der Wiener städtischen Elektrizitätswerke, Wien IX/2, Mariannengasse 4, I. Stock, eine außerordentliche Vereinsversammlung statt, welche sich in der Hauptsache mit Maßnahmen zu befassen haben wird, welche eine Wahrung der Interessen der Elektrizitätswerke in der Übergangszeit ermöglichen sollen.

Der Vorstand der Vereinigung ist nämlich beim k. k. Handelsministerium um die Wiedereinberufung eines Vereinsmitgliedes zum Industrierate sowie um die Vertretung der Elektrizitätswerke in dem als Beirat des Generalkommissariates für Kriegs- und Übergangswirtschaft errichteten Hauptausschusse vorstellig geworden und ist eine die Interessen der Vereinigung zufriedenstellende Erledigung dieser Aktion zu gewärtigen.

Hiezu ist es aber notwendig, daß die Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke im Sinne der Verordnung des Handelsministeriums R. G. Bl. 471 vom 4. Dezember 1917 provisorisch mit den Aufgaben eines Kriegs- und Wirtschaftsverbandes betraut wird.

Dem steht aber die heutige Organisation der Vereinigung als Vereinigung österreichischer und ungarischer Elektrizitätswerke entgegen, weshalb es zweckmäßig ist, die Umänderung der Vereinigung in eine rein österreichische vorzunehmen. Dies kann umsoweniger ein Bedenken hervorrufen, als inzwischen eine Vereinigung der ungarischen Elektrizitätswerke gegründet worden ist und somit kein Bedürfnis mehr nach einer Vereinigung besteht, welche gemeinsam die Interessen der österreichischen und ungarischen Elektrizitätswerke vertritt. Die außerordentliche Vereinsversammlung wird sich somit mit dieser Änderung der Vereinsorganisation und der Beratung der dadurch notwendig gewordenen Änderung der Satzungen zu befassen haben.

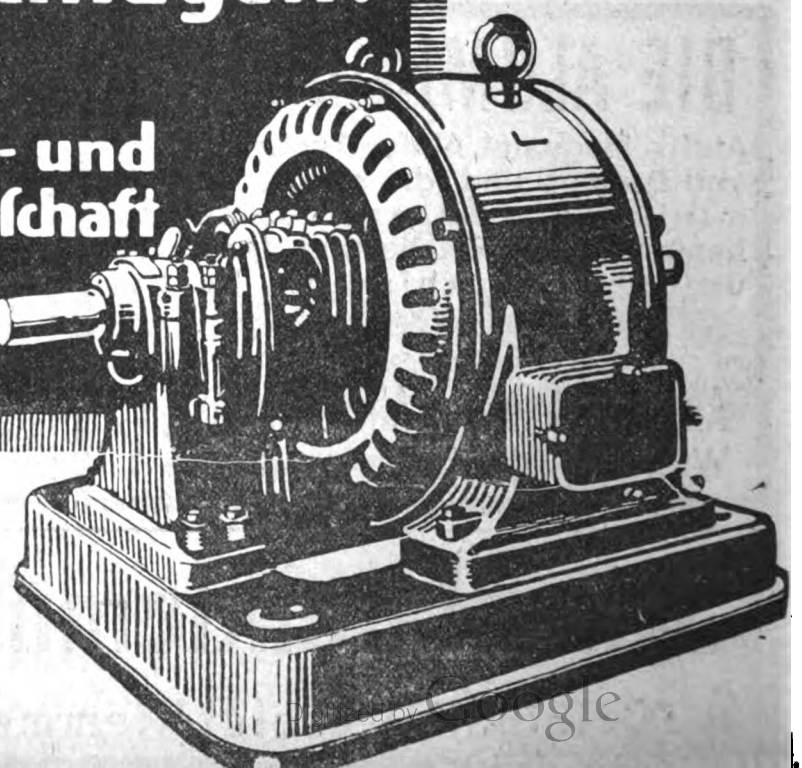
Sollte bis zum Zeitpunkte der Tagung dieser außerordentlichen Vereinsversammlung der Entwurf des neuen Elektrizitätsgesetzes dem Parlamente bereits in Vorlage gebracht worden sein, so wird sich diese Vereinsversammlung auch hiemit beschäftigen und zu diesem Entwurfe Stellung nehmen.

Es ergeht deshalb mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Versammlung an alle Mitglieder die dringende Einladung zur Teilnahme an derselben.

Kohlepapier und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Abonnement-Erneuerung!
Wir ersuchen, diese schnellstens vorzunehmen, damit in der regelmäßigen Zusendung der Zeitschrift keine Störung eintritt.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105

Digitized by Google

Wien, 10. Februar **ANZEIGER** 1918 — Heft 6

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Elektrische Großwirtschaft. — Wirtschaftliche Nachrichten. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Metallbericht.

Elektrische Großwirtschaft.

Elektrische Großwirtschaft in Württemberg*). Diese Frage wurde im Dezember v. J. im Gesamtkollegium der Zentralstelle für Gewerbe und Handel beraten. Oberregierungsrat Schüle wies auf die vielgestaltige Entwicklung der Elektrizitätswerke des Landes hin, deren es heute 300 gibt. Schüle behandelt die Frage nach der besseren Ausnutzung der Versorgungsnetze, die heute noch recht unwirtschaftlich ist. Die Unwirtschaftlichkeit kleinerer Anlagen, insbesondere ihr übermäßiger Brennstoffbedarf, die Unzuträglichkeiten, die mit dem Wettbewerb der zahlreichen Werke verbunden sind, die Notwendigkeit, die Werte, die in der Kohle stecken, künftig möglichst weitgehend durch Vergasung herauszuholen, die Schaffung größerer Unabhängigkeit des Landes nach außen weisen mit zwingender Notwendigkeit darauf hin, einschneidende Verbesserungen in der bisherigen Art der Elektrizitätsversorgung herbeizuführen. Das ist aber nur möglich bei weitgehendem Zusammenschluß der bestehenden Unternehmungen. Vom allgemeinen volkswirtschaftlichen Standpunkt ist dabei noch weiter zu beachten, daß nur ein großes, sehr leistungsfähiges Unternehmen imstande ist, die gleichmäßige und nicht unverhältnismäßige teuere Versorgung aller Teile des Landes und aller Stromverbraucher in Gewerbe und Landwirtschaft sowie in den Haushaltungen sicherzustellen. Bei der Entscheidung der Frage ist übrigens der Gesichtspunkt der billigeren Stromerzeugung nicht einmal der wichtigste und ausschlaggebende. Viel wichtiger vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus sind die Gründe, die aus der Notwendigkeit der möglichsten Selbständigmachung des Landes und der Ausnutzung aller Naturkräfte abzuleiten sind. Das vermag nur ein unter staatlichem Einfluß stehender Verband. Eine vollständige Verstaatlichung verbietet sich, weil die großen hiezu erforderlichen Mittel fehlen, sie ist aber auch zur Erreichung des gewünschten Zieles nicht notwendig. Dieses wird auch durch den Zusammenschluß der Werke unter weitgehendem staatlichem Einfluß erreicht. Die Aufgabe der Gemeinschaft wäre auf das Notwendigste zu beschränken. Die einzelnen Werke können die Stromerzeugung — unter gewissen Einschränkungen — fortsetzen, auch die Unterverteilung des Stromes an die Konsumenten ist bei den örtlichen Verteilungsunternehmungen besser aufgehoben. Es verbleibt der Gemeinschaft zunächst im wesentlichen die Aufgabe, einen Ausgleich zwischen den einzelnen Werken herbeizuführen, wobei diesen im wesentlichen die selbständige unmittelbare Versorgung ihres bisherigen Versorgungsgebietes belassen und nur die Abgabe ihres Stromüberschusses und die Abnahme ihres Mehrbedarfs gegenüber bisher von der Gemeinschaft zugemutet werden muß, wenn diese Abnahme wirtschaftlicher ist als eine Erweiterung des bestehenden Werkes. Die Gemeinschaft hat die zum Stromausgleich erforderliche Sammel- und Verteilungsleitung herzustellen, auch für Bereitstellung einer etwa notwendigen Großkraftquelle zu sorgen, sowie den Strombezug von auswärts zu vermitteln, der sich etwa als zweckmäßig erweisen sollte. Insbesondere kommt dabei der Strombezug aus großen außerwürttembergischen Wasserkraftanlagen in Betracht. Eine weitere Aufgabe der Gemeinschaft wäre es, einheitliche Vorschriften über Anlage und Betrieb der Stromerzeugungswerke zu erlassen, soweit dies zur Durchführung des einheitlichen Betriebes in dem erwähnten Umfange nötig ist. Auch auf die Gestaltung des Strompreises der einzelnen Werke in ihrem eigenen Versorgungsgebiete wird die Gemeinschaft innerhalb bestimmter Grenzen Einfluß zu nehmen haben. Eine wichtige Aufgabe der Gemeinschaft müßte es sein, Gebietsbereinigungen zwischen den einzelnen Werken herbeizuführen, um unwirtschaftliche Stromleitungen zu beseitigen. Die Ausgestaltung ist möglichst freier Vereinbarung zu überlassen und Zwang nur als letztes Mittel vorzusehen. Die Errichtung neuer Werke soll nicht ausgeschlossen, aber von einer Genehmigung durch die Gemeinschaft abhängig gemacht werden. Als Form für die neue Gemeinschaft könnte nur diejenige einer öffentlichen Vereinigung, einer Genossenschaft des öffentlichen Rechts in Frage kommen, insbesondere deswegen, weil ein Teil ihrer Aufgaben behördlicher Art ist. Der notwendige staatliche Einfluß wird dabei in der Weise zu wahren sein, daß die leitenden Beamten als Staatsbeamte zu bestellen seien. Neben ihnen hat ein Verwaltungsrat tätig zu werden, in dem Vertreter der beteiligten Unternehmungen, vielleicht auch solche beteiligter wirtschaftlicher und technischer Verbände, sitzen. Der Verwaltungsrat hat bei allen wichtigen grundlegenden Fragen entscheidend mitzuwirken. Dem Ministerium des Innern wäre aber in gewissen Fällen das Genehmigungsrecht vorzubehalten. Außerdem wäre ihm für einzelne Fälle das unmittelbare Verfügungsrecht zu wahren. Die Regelung kann nur auf gesetzgeberischem Wege erfolgen. Dabei wird es unvermeidlich sein, das Recht zur Genehmigung von Stromleitungen unter Benutzung öffentlicher Wege, Plätze und Wasserläufe einer Stelle, nämlich eben dem Verband der Genossenschaft zu übertragen und alle bisherigen Genehmigungen und auch die bisherigen Stromleitungen dem neuen Genehmigungsverfahren zu unterwerfen, um so den Anschluß der vorhandenen Unternehmungen und namentlich auch die erforderlichen Gebietsbereinigungen mit Sicherheit herbeiführen zu können.

Der technische Berichterstatter, Bauinspektor v. d. Burchard, führte hierauf in eingehendem Vortrage zunächst die Verteilung der 273 Wasserwerke über das Land vor und zeigte dabei die bisherige Zersplitterung der Krafterzeugung. Die Wirtschaftlichkeit aller Werke ist allmählich gut geworden, und zwar auch der kleinen und derjenigen in andwirtschaftlichen Gebieten. Nach einem vom Berichterstatter ausgeführten Plan für die Durchführung der elektrischen Großwirtschaft würde durch die Mitte des Landes eine 100 000 V-Leitung von Heilbronn über Besigheim, Münster, Altbach, Geislingen nach Ulm geführt. Unterwegs würden die vorhandenen Werke an diese Leitung angeschlossen. In Heilbronn würde an dieses Rückgrat der Ostring eine 55 000 V-Leitung angeschlossen, unter Berührung von Öhringen-Hall-Ellwangen - Heidenheim - Geislingen, ein Westring ebenfalls eine 55 000 V-Leitung würde die Hauptleitung in Besigheim verlassen und über Bissingen - Enzberg - Teinach - Glatten - Rottweil - Ebingen - Balingen - Tübingen - Reutlingen zurück zu der Hauptleitung führen. Der Vorteil der Hochspannungsleitungen besteht darin, daß sie weit leistungsfähiger sind als die bestehenden 15 000 V-Leitungen, die nicht mehr ausreichen. Insbesondere gilt dies auch von den vorhandenen Randverbindungen der bestehenden Verteilungsnetze. Die Gemeinschaft hätte die Leitung und die Transformatoren dahin zu bauen, außerdem ein Kraftwerk in Münster. Die Werke würden nur den Zuwachsstrom, oder den im Einzelfall billigeren Gemeinschaftsstrom von der Gemeinschaft beziehen. Von Wichtigkeit ist für die Frage der Krafterzeugung die Möglichkeit des Ersatzes der Kohle durch Posidonienschiefer, dessen Ausnützbarkeit neueste Versuche ergeben haben. Dieser zieht sich am Nordwestabhang der Alb von Aalen bis Schwenningen in genügender Mächtigkeit und Tiefe. Es ist zu hoffen, daß das Land jetzt einen Rohstoff von außerordentlichem Werte besitzt. Weitere Ausführungen des Berichterstatters galten einem Vergleich der Kosten der Wasserkraftanlagen mit den Dampf- und Gaskraftanlagen. Mit diesen Ausführungen bewies der Berichterstatter die Notwendigkeit der Zusammenarbeit der einzelnen Werke. Das Wasser habe dabei die Kraft für die Grundbelastung der Gesamtanlage zu liefern, Dampf und Gas die Kraft für die Spitzenbelastung.

Dem von dem Verwaltungsberichterstatter vertretenen Antrag des Verwaltungskollegiums über die Organisation der elektrischen Großwirtschaft wurde einstimmig beigetreten.

Staatliche Elektrizitätsversorgung in Sachsen. Die Regierung hat dem sächsischen Landtag einen Bericht über den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung des Landes übermittelt*). Der diesmalige Haushaltplan schließt einjährig ab mit 3·5 Mill. Mark, außerdem sind noch 40·2 Mill. Mark als außerordentliche Ausgabe eingestellt. Dieser Betrag soll in der Hauptsache zu Erweiterungsbauten und Neuerwerbungen verwendet werden. Außerdem sucht die Regierung noch um Ermächtigung einer Anleihe von 30 Mill. Mark nach. Seit dem 1. Juni v. J., wo das Werk Hirschfelde, eines der beiden staatlichen Großkraftwerke, in staatlichen Betrieb überging und dadurch der Anfang mit den staatlichen Unternehmen gemacht wurde, ist die Stromerzeugung in dem nunmehr staatlichen Werke erheblich gestiegen. Wahrscheinlich werden sich in der Nähe von Hirschfelde eine Anzahl Betriebe niederlassen, die den Strom direkt vom staatlichen Werke entnehmen. Es scheint die Absicht zu bestehen, eine solche direkte Verknüpfung industrieller Betriebe mit der staatlichen Erzeugungsstelle nach Möglichkeit zu fördern. Ein etwas versprechender Anfang ist mit einer Karbidfabrik gemacht worden, die schon im Dezember v. J. in Betrieb gesetzt werden soll. Von den geplanten Neuanlagen ist nur der Bau einer Hochspannungsleitung nach dem mittleren Elbtal erwähnt. Dafür sind 10 Mill. Mark ausgeworfen. Die Anlage ist deshalb dringlich, weil der Staat die Verpflichtung eingegangen ist, vom Jahre 1920 an an die Überlandzentrale Gröba und die Stadt Dresden große Strommengen zu liefern.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 111.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 280; über die Anlagen des Elektroverbandes siehe E. u. M. 1916, Seite 305 ff.

Digitized by Google

Für die Zukunft ist die Erwerbung des Elektrizitätswerkes Elbzentrale in Pirna geplant, das in der Hauptsache der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft, zum Teil auch noch einer größeren Anzahl Gemeinden (8 Städte und 87 Landgemeinden) gehört. Das Aktienkapital beziffert sich auf 5 Mill. Mark, davon will der Staat drei Viertel zum Kurse von 135% erwerben. Der Ankauf ist so gut wie vollzogen. Es handelt sich um ein modernes Werk, das auch noch entwicklungsfähig ist. Es soll jetzt noch im Bornaer Kohlengebiet ein zweites großes staatliches Werk errichtet werden. Die beiden Werke sollen dazu dienen, den Grundbedarf an Elektrizität zu decken, während zur Belieferung des Höchstbedarfs noch Werke an anderen Stellen im Lande errichtet oder erworben werden sollen. Hiezu sollen auch Wasserkräfte in Anspruch genommen werden.

Staatliche Elektrizitätsversorgung in Preußen*). Anläßlich der Debatte über den Bau des staatlichen Kraftwerkes Hannover**) im Staatshaushalt-Ausschuß des preußischen Abgeordnetenhauses wurde nach Mitteilung der „Voss. Ztg." die Frage der staatlichen Elektrisierungspläne erörtert. Der Minister erklärte wiederholt, daß bei der Durchführung dieser Pläne unter Schonung der Interessen der bestehenden privaten und der von Gemeinden oder Gemeindeverbänden errichteten Elektrizitätswerke vorgegangen werden soll. Der Ausschuß stimmte der Regierungsvorlage zu und nahm zunächst einen nationalliberalen Antrag an, der die Staatsregierung ersucht, tunlichst für ganz Preußen, wenigstens aber für die Landesteile, in denen Neuanlagen zur Versorgung mit elektrischer Energie geplant oder ausgeführt werden, ein Stromverteilungssystem mit Einheitsspannungen auszuarbeiten, bei dem für die großen Durchgangsleitungen eine Mindestspannung von 100 000 V vorzusehen ist. Weiter wurde ein nationalliberaler Antrag angenommen, der Regierungserklärung wegen staatlicher Elektrizitätsversorgung im allgemeinen mit dem Vorbehalt zuzustimmen, daß die Staatsregierung alsbald sachverständige Landes- und Bezirksbeiräte ins Leben ruft, um in ständiger Fühlungnahme mit ihnen alle zweckdienlichen Maßnahmen für eine systematische Versorgung des Landes mit Elektrizität und Gas vorzubereiten und durchzuführen. Endlich wurde ein Zentrumsantrag angenommen, wonach die staatliche Elektrizitätsversorgung des Landes im allgemeinen auf eine Mitwirkung des Staates an dem Ausbau der erforderlichen Anlagen zu beschränken und ein Gegensatz zwischen staatlichen und anderen Elektrizitätswerken zu vermeiden ist.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 280.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 868.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Firmennachrichten.

„Elektrika" Kohlenbergbau-Ges. m. b. H., Wien. Unter dieser Firma wurde soeben ein neues Unternehmen in das Handelsregister eingetragen. Als Betriebsgegenstand wird unter andern auch angeführt: Die Errichtung von Elektrizitätsanlagen auf den erworbenen und neu zu erwerbenden Kohlenfeldern, nebst den einschlägigen Installations- und Materiallieferungsgeschäften. Die Höhe des Stammkapitals beträgt Kronen 730 000. Geschäftsführer ist Ernst Egger, Generaldirektor in Wien.

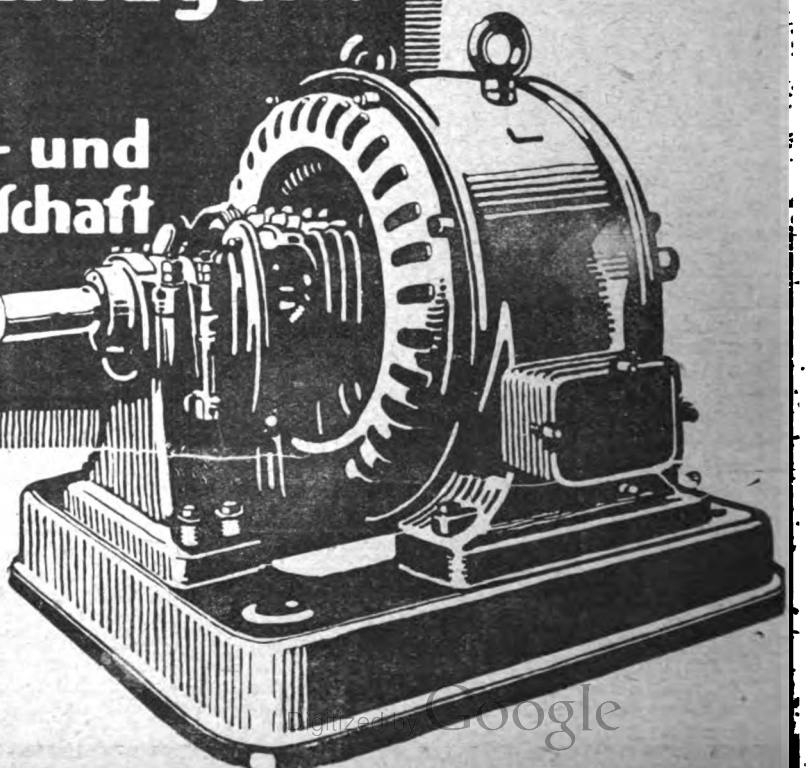
Hirss & Co., Wien. Fabriksmäßige Erzeugung von elektrischen Starkstromapparaten und Metallwaren. Offene Handelsgesellschaft seit 23. November 1917. Vertretungsbefugt: Geschäftsführer Ignaz Zahler, Großindustrieller in Munkács.

Ad. u. O. Christ Söhne A.-G., Basel. Unter dieser Firma wurde eine neue Aktiengesellschaft mit einem Kapital von Fr. 30 000 gegründet. Die Firma betreibt die Fabrikation und den Handel von elektrotechnischen Artikeln. Vertretungsbefugt sind die Kaufleute Mathias und Raphael Braunschweig.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.

Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

Neue Elektrizitätsgesellschaft in der Türkei. In Eregli (Konia) hat sich, wie „Handelsmuseum" berichtet, eine neue Gesellschaft zur Einführung der elektrischen Beleuchtung und zum Bau von Straßenbahnen gebildet. Das Kapital der Gesellschaft beträgt 60 000 türkische Pfund.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Elektrische Kraftversorgung A.-G., Mannheim. Das zum Brown-Boveri-Konzern gehörende Unternehmen erzielte dem Geschäftsbericht für 1916/17 zufolge nach Abschreibung von Mk. 190 034 auf Effekten einschließlich Mk. 54 066 Vortrag einen Gewinn von Mk. 67 624 gegen Mk. 56 911 i. V., der auf neue Rechnung vorgetragen werden soll. Bei den unübersehbaren Verhältnissen kann die Verwaltung über die Aussichten des laufenden Geschäftsjahres nichts voraussagen.

Große Casseler Straßenbahn. Das Unternehmen erzielte im abgelaufenen Geschäftsjahr 1916/17 einen Rohgewinn von Mk. 2 741 532 gegen Mk. 2 133 345 i. V. Für Betriebsaufwendungen, Rückstellungen und Abschreibungen kommen Mk. 2 376 583 (i. V. Mk. 1 806 631) in Betracht, so daß ein Reingewinn von Mk. 364 678 (i. V. Mk. 326 714) verbleibt, aus dem 6% gegen 5·5% i. V. Dividende verteilt und Mk. 25 538 (Mk. 21 441) auf neue Rechnung vorgetragen werden.

Kraftwerk Glambocksee G. m. b. H. Kleingansen i. Pommern. Der Bruttogewinn für 1916/17 stellt sich auf Mk. 226 400 gegen Mk. 150 200 i. V. Nutzbar abgegeben wurden 4·14 Mill kWh (i. V. 2·92 Mill.). Die Dividende beträgt 4% (i. V. 3·5%).

□ Sud Eléctrique, Paris. Der Rechenschaftsbericht ergibt einen Reingewinn von Frcs. 700 000, gegenüber Frcs. 420 000 des vorhergegangenen Jahres. Es wird eine Dividende von Frcs. 12·50 auf die Stamm- sowie auf die Vorzugsaktien ausbezahlt werden.

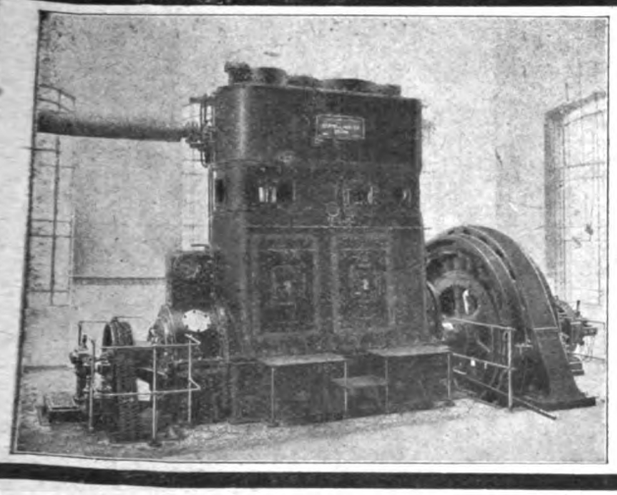
□ Electricité de Paris. In der am 4. Dezember stattgefundenen Generalversammlung wurde der Rechenschaftsbericht für das am 30. Juni abgelaufene Geschäftsjahr genehmigt. Das Reinerträgnis beläuft sich auf zirka Frcs. 2 569 000. Es gelangt eine Dividende von Frcs. 20 pro Aktie zur Ausschüttung und von Frcs. 33·33 pro Gründeranteil. Aus dem Rechenschaftsberichte ist zu ersehen, daß, ebenso wie in den vergangenen Jahren, die Entwicklung der Gesellschaft eine stetige gewesen ist; die Nachfrage nach Strom seitens der Kriegsindustrien ist eine steigende. In dem Berichte wird auch die außerordentliche Teuerung der Rohmaterialien erwähnt, die schlechte Qualität des Brennstoffes und die außerordentliche Inanspruchnahme der Maschinen, wegen schwierigen Austausches der Ersatzteile.

□ Compagnie d'Electricité de l'Est Parisien (Est Lumière). Aus dem vorliegenden Rechenschaftsbericht des Jahres 1916/17 ist zu ersehen, daß der Betriebsverlust sich rund auf 1·4 Mill. Francs beläuft, also den Verlust des vorhergehenden Betriebsjahres bedeutend überschreitet.

□ Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. In dem am 30. Juni 1917 abgelaufenen Geschäftsjahre wurde die Verteilung einer Dividende von Frcs. 17·5 beschlossen, gegenüber Frcs. 15 des vorhergegangenen Jahres; Frcs. 300 000 werden auf neue Rechnung vorgetragen.

□ Éclairage électrique, Paris. Der Jahresbericht 1916/17 ergibt einen Betriebsgewinn von ungefähr 4·7 Mill. Francs, nach Abzug der Unkosten und Abschreibungen der Reserve für Kriegssteuer. Es werden per Aktie Frcs. 15 Dividende festgesetzt und Frcs. 52·50 per Gründeranteil. Der Umsatz der Gesellschaft hat einen bedeutenden Aufschwung genommen. Dieselbe errichtet ein neues Werk zur Fabrikation von Porzellanartikeln für elektrotechnische Zwecke.

Metallbericht. Der Monat Jänner hat den Vereinigten Staaten von Nordamerika außerordentlich strenges Winterwetter gebracht, das auf das Wirtschaftsleben des Landes eine ungünstige, hemmende Wirkung ausübt. Hierher gelangten Kabel-



Aktiengesellschaft für Maschinenbau

vorm. BRAND & LHUILLIER in Brünn

liefert

Lokomobilen, fahrbar und stationär.

Hocheffekt-Dampfmaschinen.

Schnellaufende Dampfmaschinen (Kapseltype) für elektrische Zentralen.

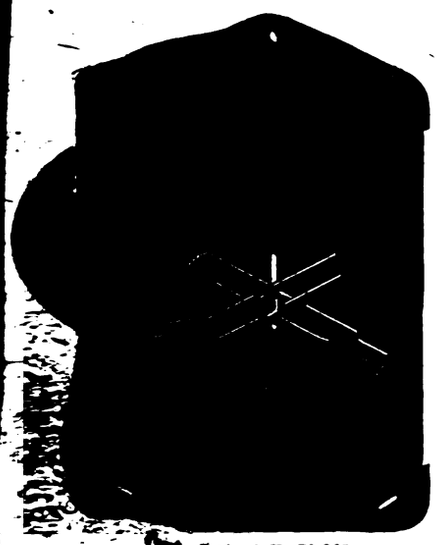
Burkhardtkessel (Patent). Bei hoher Spannung größtmöglichste Dampferzeugung, bezogen auf den Boden-Quadratmeter, für große Zentralen besonders geeignet.

Sicherheits-Doppeldampfraum-Kessel mit gemeinsamem Wasserraum, System „Bul" (Patent).

Dampfkessel aller Systeme.

Ekonomiser, Temperaturregler (Patent), Dampfüberhitzer, Transmissionen, Rohrwerkstätte etc. etc.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten



Ges. Patent N. 71.645.
Ung. Patent Nr. 62.937.

passend zu sämtlichen Zählertypen.

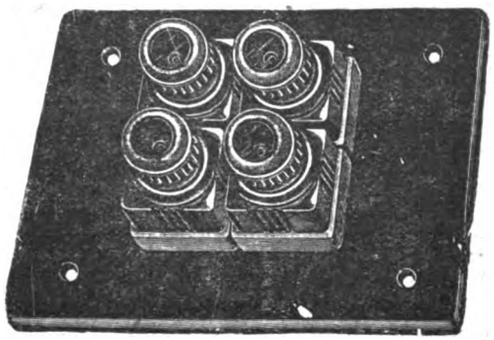
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/12.

Digitized by Google

nachrichten zufolge, hat die Frachtstauung infolge der strengen Kälte und der gewaltigen Schneestürme die Zuführung von Kohle nach den Industriegebieten in solchem Umfange verhindert, daß im sogenannten mittleren Westen 150 000 Arbeiter feiern müssen. Kohle ist in New Jersey im Überfluß vorhanden; aber sie wird dort wegen des Mangels an Flußschiffen, der den Transport über den breiten Hudsonfluß behindert, festgehalten. Außerdem machen sich die von der Regierung als ein Glied in der Kette der Kriegsmaßnahmen angeordneten Einschränkungen im Kohlenverbrauch geltend, die auch auf die Leistungen der Stahl- und Eisenindustrie nicht ohne Einfluß geblieben sind. Nach Schätzungen beträgt die hiedurch notwendig gewordene Produktionseinschränkung weitere 10 bis 15% der schon in den vorhergegangenen Wochen eingetretenen Verringerung der Erzeugung.

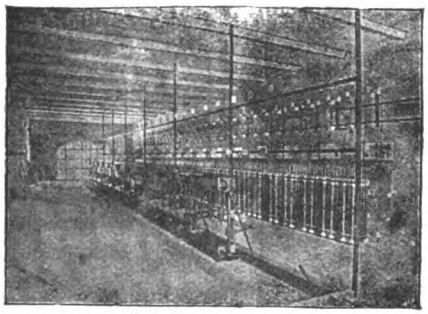
Die deutsche Röhrenvereinigung hat beschlossen, die Inlandsverkaufspreise für das I. Quartal 1918 unverändert zu lassen. Für Exportware ist eine Preiserhöhung zu erwarten. Die Röhrenvereinigung soll auf der bisherigen Grundlage bis 30. Juni 1918 weiterbestehen.

Wie hiesige Tageszeitungen berichten, hat sich Deutschland bereit erklärt, für die nächsten Monate nach Österreich ein Quantum Bleche von monatlich zirka 20 000 q freizugeben. Diese Mengen dürfen nur für Kriegslieferungen verwendet werden und sind bloß gegen Freigabescheine erhältlich. Für die Verteilung ist die Eisenkommission im Einvernehmen mit einem industriellen Komitee zuständig. Der Preis soll sich beträchtlich höher als der inländische stellen.

Hinsichtlich der österreichischen Eisenpreise besteht gegenwärtig nach Auflösung des Kartells, eine freie Konkurrenz, weshalb dieselben bei den einzelnen Werken je nach den Gestehungskosten verschieden sind. Große nördliche Werke, die unter günstigen Verhältnissen arbeiten, verlangen für Stab- bezw. Bandeisen K 55 bezw. K 60, andere bedeutende Eisenwerke, deren Gestehungskosten höher sind, K 60 und K 65. Einige Betriebe mittleren Umfanges [illegible] in ihren Forderungen noch darüber und offerieren Stabeisen zu K 6[illegible] zu K 70. In den Quartalssitzungen [illegible] Eisenwerke ist bereits mitgeteilt wo[illegible] die Produktion sich infolge der be[illegible] Betriebsschwierigkeiten sehr verringe[illegible] was naturgemäß auf die Regiekosten [illegible] wirkt.

Société Générale des Condensateurs Electriques

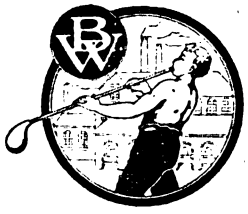
Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen
gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.



Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

BORNKESSEL-WERKE
m. b. H.
BERLIN N 4.

Fabrik für Telegraphenapparate Telephon und Wassermesser

LEOPOLDER & SOHN

Wien, III/1
Erdbergstraße Nr. 52
Telephon 3005

Leipzig-Schleussig
Semmestraße Nr. 86
Telephon 5869

Digitized by Google

Wien, 17. Februar **ANZEIGER** 1918 — Heft 7

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Zukunft des russischen Elektrizitätswesens in französischer Beleuchtung. — Rundschau. — Literatur. — Wirtschaftliche Nachrichten. — Anlagen. Firmennachrichten.

Die Zukunft des russischen Elektrizitätswesens in französischer Beleuchtung.

Im Verlauf des Krieges haben sich bei unseren Feinden mehr und mehr die Versuche gehäuft, den wirtschaftlichen Einfluß Deutschlands in fremden Ländern für die Zukunft auszuschalten und auch in den elektrotechnischen Zeitschriften Frankreichs, Englands und der Vereinigten Staaten wurde wiederholt das Thema eingehend behandelt, wie die deutsche Vorherrschaft auf diesem Gebiete zu bekämpfen sei. Die „Industrie Electrique" welche bereits im Herbste einen ausführlichen Artikel über die bisherige Entwicklung des Elektrizitätswesens in Rußland veröffentlicht hatte, beschäftigt sich jetzt wieder in einer sehr eingehenden Studie über seine Zukunftsaussichten. Da die Angaben auch für uns von großem Interesse sind, soll nachstehend ein gedrängter Auszug aus dieser Arbeit gebracht werden*).

Zunächst beschäftigt sie sich mit den Brennstoffen und stellt fest, daß in Rußland ein ungeheurer Reichtum an Torflagern, Kohlen- und Petroleumfeldern vorhanden sei. Was insbesondere die Torflager anlangt, so übertreffen sie die aller übrigen europäischen Länder, bedecken sie doch eine Fläche allein im europäischen Rußland von 38 Mill. ha. in Finnland von 7·4 Mill. ha; zum Vergleich sei Deutschland mit 2·837 Mill. ha genannt. Die Ausbeute wird mit 96 Mill. t berechnet, was an Wärmewert 48 Mill. t Steinkohlen entsprechen würde. Von besonderem Vorteil ist, daß die ergiebigsten Torflager in der Nähe industrieller Provinzen, zum Beispiel von Wladimir und Moskau liegen und für diese eine hervorragende Energiequelle bieten würden. Der russische Bergbau verspricht eine ungeheure Entwicklung, besonders, wenn er systematisch mit der Erzeugung elektrischer Energie verknüpft werden würde.

Noch gewaltiger aber ist der Reichtum des Landes an Wasserkräften; einschließlich Finnland schätzt man ihn auf 13·4 Mill. PS, von denen aber bisher nicht mehr als eine Viertelmillion ausgebeutet werden. Unter diesen befinden sich aber vorwiegend ganz kleine Anlagen für Mühlen, Werkstätten, Güter u. dgl., die größtenteils noch einen völlig primitiven Charakter tragen. Wohl besteht bereits in Rußland eine Turbinenbauindustrie, doch hat dieselbe in einem Vierteljahrhundert nicht mehr als 50 000 bis 60 000 PS insgesamt hervorgebracht, während in der Schweiz zum Beispiel eine einzige bedeutende Fabrik auf eine Produktion von 4800 Turbinen mit einem Gesamtausmaß von über 2·66 Mill. PS hinweisen kann. Dagegen bezieht Rußland beträchtliche Mengen von Wasserkraftmaschinen aus Deutschland und den Vereinigten Staaten, Schweden und der Schweiz. Im Jahre 1910 lieferte Deutschland solche für Mk. 455 000, im Jahre 1913 für Mk. 254 000.

Nach der Statistik von 1913 gab es in Rußland 225 Elektrizitätswerke, von denen aber nur 80 als nennenswert bezeichnet werden. Von diesen arbeiten: 47 mit Dampf, Gesamtleistung 221 000 kW, 16 mit Gas oder Ölmotoren 9572 kW, 16 mit beiden kombiniert, Gesamtleistung 9692 kW, nur 1 mit Francis-Turbinen, Gesamtleistung 435 kW. Dabei gibt es nicht allein in Finnland, im Kaukasus und Ural, sondern in allen russischen Provinzen ausbauwürdige Wasserkräfte in Hülle und Fülle. So bietet die Dwina 120 000 PS, der Njemen 30 000 bis 50 000 PS, die Msta 30 000 PS, die Narwa 40 000 bis 70 000 PS, der Dnjepr 120 000 bis 200 000 PS usf.*) Es wird ferner auseinandergesetzt, welche Vorteile der Ausbau der Wasserkräfte für die Schiffahrt- und Ameliorisierung des Landes haben würde. So zum Beispiel würde die Ausnutzung der gewaltigen Wasserkräfte in Turkestan, das an Trockenheit außerordentlich leidet, in Verbindung mit Bewässerungsanlagen die dortige Textilindustrie, die Rußland allein zur Hälfte mit Baumwolle versorgt, in ungeahnter Weise zur Entwicklung bringen.

Dann befaßt sich der Artikel mit den Finanzierungsproblemen, deren Lösung die Verwirklichung der geschilderten großen Projekte erfordert. Der Verfasser ist der Ansicht, daß die Ausführung der großen Anlagen unbedingt das aufgewendete Kapital genügend verzinsen und amortisieren würde. Für die kleineren Anlagen hält er das russische Kapital für ausreichend. Er glaubt, daß es nicht schwer fallen würde, in England und Frankreich „oder noch besser" in den Vereinigten Staaten und Japan, die notwendigen Mittel aufzubringen. Englische Kapitalisten haben sich bereits eine Konzession zur Ausnutzung der Wasserkräfte des Terek- und des Goktsha-Sees erteilen lassen, welche den Kaukasusprovinzen 40 000 kW liefern könnten. Ein anderes jüngeres Projekt behandelt die Exploitation von 40 000 PS, die den Wasserfällen der Flüsse Kuban und Laba in Kaukasus entnommen werden sollen. Die Ausführungskosten werden mit 15 Mill. Rubel geschätzt. Andere Finanzgruppen interessieren sich für die Ausbeutung der finnischen Wasserkräfte. Zwei in Petersburg domizilierende Gesellschaften mit 6 bezw. 4 Mill. Rubel bestehen schon und haben bereits Konzessionen erworben. Die Letztere steht in Beziehungen zur Bank für elektrotechnische Unternehmungen in Zürich und damit zu belgischen und deutschen Finanzkreisen. Sie kontrolliert eine in Helsingfors ansässige finnländische Gesellschaft, von der wieder die „Jmatra Gesellschaft"**) abhängt, der die Ausnutzung der Woksa-Wasserfälle konzessioniert wurde. Das letztgenannte, schon ausgearbeitete Projekt sieht die Ausbeutung von 85 000 PS mit einem Kostenaufwande von 22 Mill. finnl. Mark vor. Vorgesehen ist auch der Bau eines Kanales von 18 km Länge und 500 m³ sekundlicher Wasserergiebigkeit. Die Gesamtkosten der Arbeiten sollen 100 Mill. Franken ausmachen. Damit in Zusammenhang steht die Elektrifizierung der Eisenbahnlinie Wyborg—St. Petersburg und die Versorgung der beiden gleichnamigen Distrikte mit elektrischer Energie, deren Ausmaß auf 1600 Mill. kWh jährlich geschätzt wird. Dieses Projekt stammt schon aus der Zeit vor dem Kriege, soll aber nach Friedensschluß weiter verfolgt werden.

Der Ausbau der Wasserkräfte würde den Kohlenverbrauch in Rußland entsprechend einschränken. Der Kohlenimport in den ersten 10 Jahren dieses Jahrhunderts wuchs um 90%, die Produktion hob sich von 1909 bis 1913 von 25 auf 34 Mill. t, doch sind diese Ziffern im Vergleich zu denen anderer Länder sehr gering, produzierte doch England 287 Mill. t, Deutschland 192 Mill. t, Frankreich 42 Mill. t. Rußland importierte jährlich 7 bis 8 Mill. t, ungefähr zur Hälfte aus England, zur Hälfte aus Deutschland. In manchen Jahren stieg der englische Kohlenimport in Rußland auf 6 Mill. t = 7·8% der gesamten englischen Kohlenausfuhr. Der Absatz der russischen Kohlen im eigenen Lande leidet unter den Mängeln des Eisenbahnwesens und der Schiffahrt, so daß englische importierte Kohlen trotz der hohen Zölle billiger als die einheimische zu stehen kommen*).

Der Verfasser sieht das einzige Mittel zur Behebung dieser wirtschaftlichen Nachteile in der Ausführung der großen Projekte, welche für Überlandzentralen bestehen. Nur dadurch würde sich das Reich von der jährlichen Belastung mit 150 Mill. Francs befreien können, die es im Frieden für die Anschaffung fremder Kohlen ausgegeben hat und die infolge der allgemeinen finanziellen Zerrüttung durch den Krieg jetzt noch viel drückender sein würde.

Auch die Modernisierung der elektrischen Zentralen wäre sehr zu empfehlen. So besitzt St. Petersburg drei Elektrizitätswerke, die trotz des hohen Strompreises stark benutzt werden, aber sich technisch und kommerziell mit denen anderer Weltstädte nicht messen können. Dort wurden pro Kopf der Bevölkerung nur 64 kWh geliefert, während die entsprechenden Ziffern für Wien 72 kWh, für London 110 kWh, für Berlin 170 kWh sind. Die kWh kostet nach dem allgemeinen Tarif in St. Petersburg 75 in Berlin 55 Cts., für Großabnehmer in St. Petersburg 50, in Berlin nur 15 Cts. Es bestehen Projekte, daß die Stadt die drei Zentralen ankaufen und modernisieren lassen soll. Der Verfasser des Artikels verspricht sich davon nicht viel, regt vielmehr eine Kombination mit einer der bereits erwähnten großen Wasserkräfte an. Ähnlich stünde es mit vielen anderen elektrischen Unternehmungen Rußlands, die einer Modernisierung dringend bedürfen. Für die in der russischen elektrotechnischen Industrie arbeitenden Kapitalien wird folgende Tabelle beigebracht.

	1909	1912
Zahl der Gesellschaften ...	9	21
Kapital in Rubel.....	30 Mill.	85 Mill.
Betrag d. Schuldverschreib.	9 „	15·6 „
Ertrag in % des Kapitals.	7·79	14·44
Verteilte Dividenden in % des Kapitals	3·78	7·66

Das Kapital hat sich also in 7 Jahren verdreifacht, die Dividenden aber nur verdoppelt; immerhin kann diese Entwicklung als recht günstig bezeichnet werden.

Zum Schlusse des Aufsatzes weist der Verfasser auf die „Deutsche Gefahr" hin. Er erinnert daran, daß die erste Elektrizitäts-Gesellschaft in Rußland von Karl Siemens im Jahre 1886 gegründet wurde, deren Kapital von damals bis zum Kriegsausbruch von 1 Mill.

*) Vgl. auch E. u. M., Anhang 1916, Seite 138 und 1917, Seite 1 ff.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Anhang, Seite 188; 1917, Anzeiger, Seite 801.

**) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 96.

*) Im Donez-Kohlenrevier soll während des Krieges eine Gesellschaft mit 50 Mill. Rubel Kapital gegründet worden sein, welche Elektrizitäts- und Gaswerke zu bauen beabsichtigt. Vgl. E. u. M. 1917, Anz., Seite 66.

Rubel auf 50 Mill. Rubel stieg, das sind nicht weniger als 73% des gesamten in der elektrotechnischen russischen Industrie angelegten Gesellschaftskapitals. Die Unternehmung unterhält enge Beziehungen zu Siemens-Schuckert, der Deutschen Bank, der Elektrischen Licht- und Kraftanlagen-Gesellschaft, Berlin, und der Bank für elektrische Unternehmungen in Zürich. Ihre Hauptsitze hat die Gesellschaft in St. Petersburg, Jmatra und Baku. Eine andere Gruppe gehört dem Konzerne der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und repräsentiert 20 Mill. Rubel. Zu ihr gehören die Elektrizitäts-Gesellschaften von Odessa (3 Mill. Rubel), von Kiew (6 Mill. Rubel) und die Zentral-Elektricitäts-Gesellschaft (3·26 Mill. Rubel). Sie betreibt die Elektrischen Bahnen von Moskau, St. Petersburg, Warschau und die Beleuchtungszentrale von Riga, Wilna, Wladiwostok, Charkow und Jaroslawl und andere.

Weiters sucht der Verfasser des Artikels nach Abwehrmitteln gegen die „Deutsche Gefahr". Zum Teil empfiehlt er gesetzliche Maßregeln, wie zum Beispiel die Vorschrift, daß drei Viertel der Direktoren und Verwaltungsräte russischer Nation sein müßten, daß alle Konzessionen auf höchstens 80 Jahre vergeben werden, daß aber der Staat ein Rückkaufsrecht innerhalb 30 Jahren besitzen soll und daß Konzessionen, die nicht innerhalb 5 Jahren ausgearbeitet werden, verfallen sollen.

Von einer weiteren Ausbreitung der Gemeindewerke rät er ab, empfiehlt vielmehr eine nach russischen Verhältnissen abgeänderte Verstaatlichungsaktion, ähnlich wie sie neuerdings in Deutschland betrieben wird. Er erwartet, daß man für die unbedingt notwendige Zentralisierung des Elektrizitätswesens in Rußland eine neue, weit bessere als die deutsche Formel finden werde; eine Formel, die mehr dem individualistischen Geiste der Franzosen angemessen sei. Er denkt also lediglich, wie daraus hervorgeht, daran, daß seine Landsleute die Erbschaft der Deutschen antreten werden, vor deren „brutalen und gewaltsamen Mitteln, das Land wirtschaftlich zu erobern und schließlich ganz zu germanisieren", er nicht genug warnen kann.

Ob aber nicht ihm, wie allen denen, die mit einer Fortsetzung des Krieges auf wirtschaftlichem Gebiet rechnen, durch den Umschwung in den russischen Verhältnissen ein Strich durch die Rechnung gemacht werden und ob der gegen die Mittelmächte abgeschnellte Pfeil nicht auf die Schützen selbst zurückspringen wird, möge dahingestellt bleiben.

nn.

Rundschau.

Beleuchtungskörper aus Holz. Wie W. Baumann in den „AEG-Mitteilungen" berichtet, hat die A. E. G. versucht, die verschiedenen Holzarten zu Beleuchtungskörpern zu verarbeiten.

Die hiebei erzielten Ergebnisse dürfen als zum Teil recht befriedigend angesehen werden und lassen weitere erfreuliche Fortschritte erhoffen. Von den zur Verarbeitung gelangenden Hölzern eignet sich im besonderen Eiche, weil diese, sei es gebeizt, gefärbt oder vergoldet, die Möglichkeit bietet, Beleuchtungskörper zu schaffen, die sich den Wohnungseinrichtungen in Form und Ton harmonisch anpassen.

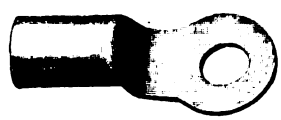
Auch mit Esche, Polysander, Nußbaum und Mahagoni lassen sich ausgezeichnete Wirkungen erzielen, jedoch hauptsächlich bei Stehlampen in Verbindung mit einfarbigen und gemusterten Seiden- oder Stoffschirmen.

Über die Verbreitung der elektrischen Zugbeleuchtung werden einige Daten in „Die Elektrizität" angegeben. In England sind 14 340 Personenwagen, nahe ein Drittel des ganzen Wagenparkes in Indien 6891 Wagen, ebenfalls ein Drittel aller in Betrieb stehenden, mit elektrischen Beleuchtungseinrichtungen versehen. In den Vereinigten Staaten laufen 20 000 elektrisch beleuchtete Personenwagen.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

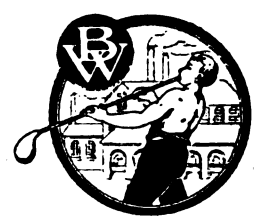
Kramer & Löbl
SCHLAG bei Gablonz a. N.
Fabrik elektrotechnischer Artikel.

RINGNIPPEL
aus Zink, gegossen,
Eisenblech, gestanzt.



Kabelschuhe
aus Zinkblech, gestanzt.
Offerte freibleibend!

DIE ALUMINIUMLOTE
Alufix, Magnalot, Alufer, Tachylot, Alulot und Duralot sind die einzigen Aluminiumlote, die an der Lötstelle eine Legierung der Metalle und daher eine unlösbare Verbindung herbeiführen.
(Patente ang. Wortmarken geschützt.)
Aluminiumlotwerke Alfred Hamburger,
Wien, VII. Siebensterngasse 1.



Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Digitized by Google

davon 3245 mit Akkumulatoren als Stromquelle, 830 werden von einer am Zugsende eingebauten Kraftquelle gespeist und 7196 Wagen führen eine Zugbeleuchtungsdynamo mit Antrieb von den Wagenachsen mit. Die Betriebskosten schwanken zwischen 4·24 und 9·72 Mk. und sind im Mittel Mk. 5·6 pro Wagen/km. Durchschnittlich werden 40 000 Wagen/km zurückgelegt.

Literatur.

Studiennachrichten der k. k. Exportakademie über das 19. Studienjahr 1916/17. Erstattet von Direktor A. Schmid. Der vorliegende Bericht über das abgelaufene Studienjahr an der k. k. Exportakademie behandelt in übersichtlicher Weise die Organisation dieses Musterinstitutes und enthält eine Reihe ausführlicher Beschreibungen der vorhandenen Studienbehelfe, Sammlungen usw.

Es ist erfreulich, zu ersehen, daß trotz der herrschenden Kriegszustände weder das Programm noch die Vorlesungen Einschränkungen erfahren haben und vielmehr eine zielbewußte Lehrtätigkeit entfaltet worden ist. *Ha.*

Wirtschaftliche Nachrichten.

Der österreichische Kohlenbergbau während des Krieges. Aus einer in „Montan. Rundschau", Nr. 24, 1917, veröffentlichten Statistik entnehmen wir die folgenden Zahlen:

	Millionen q:			
	1913	1914	1915	1916
Steinkohle:				
Rohkohle	164·5	154·0	160·8	176·0
Briketts	1·96	1·94	2·05	1·96
Koks	25·6	21·9	19·1	25·8
Braunkohle:				
Rohkohle	273·8	237·8	220·2	232·0
Briketts	2·50	2·30	2·52	2·25

Die Steinkohlenförderung hat 1916 die des letzten Friedensjahres um 7% übertroffen, die Braunkohlenförderung 1916 war gegen der des Friedensjahres um 15% zurückgeblieben.

Der Kohlenabsatz sämtlicher Reviere betrug in Wagen:

1913	1914	1915	1916
2 405 334	2 096 533	1 980 384	2 031 496.

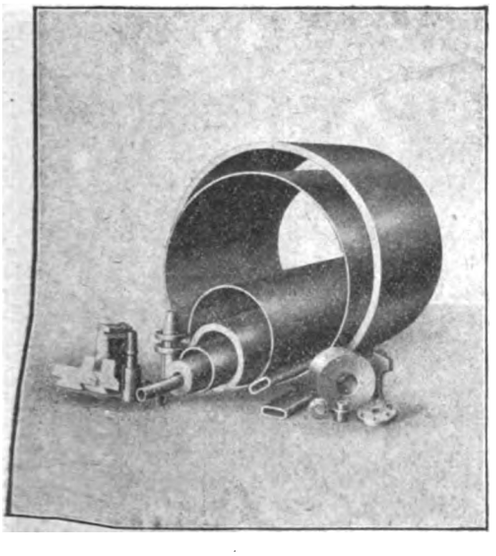
Der Gesamtkohlenabsatz blieb im Jahre 1916 gegen 1913 nur um 6·8% zurück.

Elektrifizierung der spanischen Eisenbahnen. Nach französischen Zeitungsnachrichten wird in der Zeit vom 20. bis 27. Jänner d. J. ein nationaler Eisenbahnkongreß in Madrid abgehalten werden. Das Hauptthema wird die Erörterung der Elektrifizierung der spanischen Eisenbahnen bilden.

Anlagen und Projekte.

Donaukraftwerk Wallsee. In der Zeit vom 25. Februar bis 8. März 1918 findet die von der oberösterreichischen Statthalterei einvernehmlich mit der niederösterreichischen Statthalterei anberaumte wasserrechtliche Verhandlung über die vom Syndikat zur Errichtung eines Kraftwerkes an der Donau bei Wallsee, vertreten durch Dr. E. Bousek, Wiener-Neustadt, angesuchte wasserrechtliche Genehmigung. Bei der Verhandlung wird die Frage des Grunderwerbes ausgeschaltet und einer späteren Verhandlung vorbehalten bleiben, jedoch sind die nicht schon früher geltend gemachten Einwendungen vorzubringen. Nachstehend sollen die Grundlagen des Projektes kurz angegeben werden.

Im Stromkilometer 177·13, unterhalb der Ortschaft Au, soll die Donau durch ein Wehr mit fünf je 48 m weiten Öffnungen gestaut werden. Den Wehrabschluß bilden fünf in diesen Öffnungen verstellbare eiserne Walzen, die mit Klappen für die Abfuhr von Treibeis versehen sind. Der Stau wird bei Niederwasser und bei Wasserständen bis zu + 300 (ober Null) am alten Mauthausener Pegel gehalten werden. Nach aufwärts reicht der Stau am weitesten bei Niederwasser, und zwar in der Donau bis km 193 oberhalb Abwinden, in der Enns bis etwa 400 m unterhalb der Ennser Eisen-



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Digitized by Google

bahnbrücke, in der Gusen bis 6·4 km oberhalb der Mündung, das ist bis zur Wimmingmühle, und in der Aist bis 3·8 km oberhalb der Mündung, das ist bis zum Stögmüllerwehr. Bei höheren Donauwasserständen nimmt die Stauweite ab, bis sie bei + 450 M. P. Null wird. Sämtliche Bewegungen der Wehrteile erfolgen elektrisch oder durch Reservemotoren und werden unter Zugrundelegung der Anzeigen einer selbständigen Meldeanlage, die sich bis Abwinden und an der Enns bis Ernsthofen erstreckt, geleitet. Um ein Austreten des Wassers aus dem Donaubet infolge des Staues zu verhindern, ist sowohl am linken als am rechten Ufer eine entsprechende Erhöhung der Uferwerke geplant. Um die an der Aist gelegenen Grundstücke vor Versumpfung zu bewahren, soll der Unterlauf reguliert und entwässert werden. Im Markte Mauthausen sollen die berührten Kanalausläufe entsprechend reguliert werden. Zum Schutze der Ortschaft Au ist ein Hochwasserdamm geplant. Oberhalb des Donauwehres am linken Donauufer zweigt der geplante Werkskanal ab, der gegen die Donau zu durch ein Abschlußwerk mit drei durch Walzen absperrbare Öffnungen von je 45 m Weite verschließbar eingerichtet ist. Der Werkskanal ist für eine Höchstwassermenge von 1380 m³/s und für eine zulässige Geschwindigkeit von 1·3 m dimensioniert. Das Krafthaus soll nordöstlich von Mitterkirchen an der Straße nach Baumgartenberg angelegt werden. Die aus der Donau abgeleitete Wassermenge, welche zwischen 500 und 1380 m³/s je nach dem Stande der Donau schwankt, wird dort bei einem Gefälle von 7·6 bis 13·45 m zur Erzeugung elektrischer Kraft verwendet. Die Leistung des Werkes, in dem 17 Vertikalturbinen mit Generatoren und zwei Erregeraggregate aufgestellt werden, beträgt 69 000 bis 166 000 PS. An das Krafthaus schließt sich der Unterwasserkanal an, der schließlich durch den bestehenden Hüttinger Arm in die Donau führt. Da bei Wasserständen von + 110 M. P. und darunter im alten Donaubett unterhalb des Wehres nur eine Wassermenge von 50 m³/s verbleiben soll, wird die Schiffahrt durch den Werkskanal geleitet werden. Zur Überwindung des Gefälles bei der Kraftanlage ist eine Schleppzugszwillingsschleuse in einer Länge von 200 m, einer Breite von 22 m und einer Gesamthöhe von 18 m geplant. Die Hubhöhe schwankt zwischen 13 und 7·35 m. Bei geschlossenem Werkskanal soll die Schiffahrt im alten Donaubett aufrecht erhalten werden. Als Ersatz der bestehenden, durch den Werkskanal jedoch durchschnittenen Verkehrswege sind zwei Brücken (bei Au und bei Mitterkirchen) und überdies vier Fähren geplant, deren Betrieb kostenlos durch das Unternehmen besorgt werden soll.

Teplitz. Das Eisenbahnministerium hat der Teplitzer Elektrizitäts- und Kleinbahn-Gesellschaft die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine schmalspurige Bahnlinie niederer Ordnung von der Endstation Ober-Eichwald der bestehenden Kleinbahnlinie Teplitz—Eichwald nach Hinter-Zinnwald auf die Dauer eines Jahres erteilt.

Krems. Die dem Ing. Norbert Oser in Krems erteilte Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für eine elektrische Bahn Krems—Gföhl (vgl. „E. u. M." 1917, Anz., Seite 31) wurde auf sechs Monate verlängert.

Brassó. Der Aktiengesellschaft der Brassó-Háromszekér Lokaleisenbahn wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für folgende normalspurigen Bahnen mit Dampf- oder elektrischem Betrieb erteilt: 1. von der Endstation am Stadthausplatz in Brassó bis zum Porondplatz; 2. von der Endstation in Hosszufalu über Tatrang bis zur Gemeinde Zajzon.

Tátralomnicz. Der Tátraer elektrischen Lokaleisenbahn A.-G. und der A.-G. für Elektrizitätsunternehmungen wurde die willigung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer schmalspurigen Lokaleisenbahn mit Dampf- oder elektrischem Betrieb, abzweigend von der Station Tátralomnicz über Bad Késmárk bis Barlangligot erteilt.

Sofia. Der Vertrag zur Errichtung des Elektrizitätswerkes im Dorfe Bojana, welches für Versorgung Sofias mit elektrischer Kraft bestimmt ist, wurde endgültig bestätigt. Der Bau soll bis zum Herbst d. J. beendet sein.

Firmennachrichten.

„Ericsson" Österr. Elektrizitäts-A.-G. vorm. Deckert & Homolka, Wien. Wilhelm Montelius als Verwaltungsratmitglied gelöscht. Neu eingetragen als solches: Viktor Klemming in Stockholm.

Rheinische Elektrostahlwerke Schoeller, v. Eynern & Co., Bonn a. Rh. Unter dieser Firma wurde eine neue Kommandit-Gesellschaft für die Herstellung von Edelstahl auf elektrischem Wege gegründet.

Deutsche Maschinenfabrik A.-G., Duisburg. Die Gesellschaft übernimmt sämtliche Aktien der Maschinenfabrik Rudolf Meyer in Mülheim-Ruhr und erhöht zu diesem Zwecke das Aktienkapital um 1 Mill. auf 15 Mill. Mark.

Gesellschaft für elektrische Beleuchtung von 1886, St. Petersburg. Die jetzige russische Regierung hat das Eigentum der Gesellschaft beschlagnahmt und als Staatseigentum erklärt.

Allgemeine Schwedische Elektrizitäts-Gesellschaft. Das Unternehmen erhöht ihr Kapital um 17 Mill. auf 50 Mill. Kronen.

Wien, 24. Februar **ANZEIGER** 1918 — Heft 8

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Verlegung von Zinkleitungen. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Metallbericht.

Die Verlegung von Zinkleitungen.

Zink weist eine Reihe von unangenehmen Eigenschaften auf, denen der Installateur zu begegnen wissen muß. Die Sprödigkeit des Zinks macht Schwierigkeiten bei der Verlegung. Unter + 5° C ist es so spröde, daß es beim Einziehen in ein Isolierrohr bricht, in der Wärme wird es weich und biegsam wie Kupfer. Es müssen demnach andere Installationsverfahren beim Verlegen von Zinkleitungen angewendet werden, als bei Kupferleitungen. Einige Anhaltspunkte darüber verschafft ein Aufsatz von Ing. P. Schwarz in „Elektrizität", Bd. 26, Heft 51. So ist es bei Zinkleitungen nicht zulässig, die Drahtenden zu Ösen umzubiegen und mittels Schrauben zu befestigen, wenn eine Abzweigung gemacht werden, oder eine Verbindung mit einem Schalter, Fassung usw. hergestellt werden soll. Bei Zinkdrähten wird die Verbindung durch Klemmhülsen hergestellt, in der die Drähte durch eine Schraube gegen die Wandung der Hülse gepreßt werden. Die beste Form zeigen die Klemmhülsen nach Abb. 1 und 2; die Drähte können von oben eingelegt und in allen möglichen Schaltungen verwendet werden. Zinkleitungen größeren Querschnittes, am häufigsten Kabel, lösen sich leicht aus ihren Verklemmungen oder schmelzen ab. Die kleinen Berührungsstellen der Verklemmungen erwärmen sich zufolge des großen Berührungswiderstandes, schließlich erwärmt sich der Draht und dehnt sich aus, beim Ausschalten

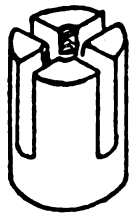


Abb. 1.

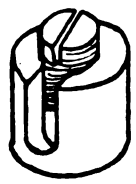


Abb. 2.

tritt Abkühlung und Zusammenziehung, mithin Lockerung der Klemmung auf; es entstehen zufolge des weiter vergrößerten Übergangswiderstandes Brandflecke und bei größerer Belastung schmelzen die Drähte ab. Der Verfasser ersetzt daher die Klemmverbindung immer durch Lötung. Dabei wird der Draht von der Isolation befreit, gereinigt, etwas verdrillt, dann wird das Lötband umwickelt und durch eine Kerze usw. die Lötstelle bis zum Schmelzen des Lötbandes erhitzt. Zu beiden Seiten der Lötstelle wird der Draht durch Zangen gehalten, um ein Verschieben durch Wärmeausdehnung zu verhindern.

Kabelschuhe für Zinkleitungen werden durch Verschrauben hergestellt. Um den dabei auftretenden hohen Übergangswiderstand zu vermeiden wird folgender Vorgang vorgeschlagen: Das Kabel wird bis zu 20 cm von der Isolierung befreit, das Ende etwas entgegen der Verseilung verdreht, damit kleine Zwischenräume zwischen den Drähten entstehen. In diese Zwischenräume werden einige blanke Kupferdrähte von 0·75 bis 1·5 mm² soweit irgend möglich eingeschoben. Nun läßt man einen Kabelschuh des nächstgrößeren Querschnitts aufsetzen und zwischen dem Kabel und Kabelschuh soviel Kupferdrähte einsetzen, als man nur hineinbekommen kann. Jetzt werden nur noch die Schrauben festgeschraubt und das Ganze gut abisoliert. Diese Verbindung gibt nie Anlaß zu Störungen.

Rundschau.

Die Elektrizitätswerke der Stadt Zürich. Wie in der Schweiz die Wasserkräfte in den Dienst der Städte und der Industrie gestellt werden, erkennt man am besten aus der Entwicklung der Elektrizitätswerke der Stadt Zürich. Diese bringt Herr Burri in einem vor kurzem gehaltenen Vortrag anschaulich zum Ausdruck. Wir lesen darüber im „Volkblatt" folgendes.

Die Lauffener Kraftübertragung hat besonders in der Schweiz auf volles Verständnis getroffen. Im Kanton Zürich wurden die Wechselstromanlagen an der Sihl und bei Dietikon gebaut, einzelne Gemeinden erstellten eigene Elektrizitätswerke. Die Gesellschaft „Motor" baute in den Jahren 1900 bis 1907 die beiden Kraftwerke in der Beznau an der Aare und am Löntsch im Kt. Glarus. Das Beznauwerk ist ein Niederdruckwerk, indem das mittlere ausgenützte Gefälle 4 m beträgt. Seine gesamte nutzbare Jahresarbeit beträgt 70 Millionen kWh. Das Löntschwerk ist ein Hochdruckwerk. Der Klöntalersee wurde in einen etwa 45 Mill. m³ Wasser enthaltenden Stausee verwandelt, dessen mittlerer Spiegel 355 m über der Turbinenanlage in Netstal liegt; die Jahresarbeit beträgt 60 Millionen kWh. Die beiden Werke ergänzen sich in geradezu idealer Weise. Während das Beznauwerk die Tag und Nacht verfügbare Wasserkraft annähernd voll ausnützt, liefert das Löntschwerk den weitern Bedarf. Es tritt also namentlich als Ergänzung hinzu, wenn die Aare wenig Wasser hat und zu den Zeiten, da der Stromverbrauch mächtig anschwillt. Von diesen Werken aus baute der „Motor" seine Leitungen nach den großen Industriezentren und versorgte sie mit Licht und Kraft. Die Gesellschaft hatte natürlich kein Interesse daran, auch die kleineren und namentlich die landwirtschaftlichen Gemeinden mit Strom zu versehen. Die Anlagekosten waren gegenüber den zu erwartenden Einnahmen zu groß. Da brach allmählich die Erkenntnis sich Bahn, daß Gewinnung und Verteilung der Elektrizität zu den Aufgaben des Staates gehören. Im Jahre 1908 nahm der Kanton Zürich das Gesetz über die Elektrizitätswerke an. Die Werke an der Sihl und der Limmat gingen in das Eigentum des Kantons über und am 1. Jänner 1909 kaufte der Kanton vom „Motor" dessen gesamtes Verteilungsnetz im Kanton. Den Strom bezog der Kanton, soweit er nicht durch die ihm gehörenden Werke geliefert wurde, vom „Motor". Nun begann eine beschleunigte Entwicklung. Während im Jahr 1909 14 000 Maste vorhanden waren, sind es heute 60 000. Der Stromverbrauch stieg in dieser Zeit von 16 Millionen kWh auf 70 Millionen, statt 1800 Abonnenten sind es heute 3000. Am 1. Oktober 1914 gingen die Werke in Beznau und am Löntsch in den Besitz der Nordostschweizerischen Kraftwerke über, es ist dies eine interkantonale Unternehmung, an der die Kantone Zürich, Schaffhausen, Aargau, Thurgau, Zug und Glarus beteiligt sind. Der Kanton Zürich besitzt etwa die Hälfte der Aktien. Jetzt bezieht der Kanton somit den Strom von den Nordostschweizerischen Kraftwerken.

Von den Kraftwerken Beznau und Löntsch führen Hauptleitungen zu einer Anzahl Unterwerken im Kanton, wie Rüti, Seebach, Töß usw. Diese erhalten den Strom in einer Spannung teils von 25 000 V, teils von 45 000 V. In ihnen wird der Strom auf eine Spannung von 8000 V herabtransformiert und hierauf durch ein weitverzweigtes Netz nach den einzelnen Ortschaften geleitet, wo jeweils in einer oder mehreren Transformatorenstationen eine nochmalige Transformierung auf die Gebrauchsspannung (Niederspannung von 125 bis 500 V) erfolgt. Für die Leitungen ist vilfach Eisen und Aluminium verwendet worden.

Das Sihlwerk und Dietikon gaben den Strom direkt an die Abonnenten ab. Der „Motor" verkehrte nur mit den Gemeinden. Die Transformatorengebäude und das Ortsnetz wurden von den Gemeinden erstellt, diese verkehren mit den Abnehmern. Der Kanton hat die bestehenden Verträge übernommen, daher sind verschiedenartige Verträge im Gebrauch. Im Anfang bestanden für das kantonale Werk, das sich laut Gesetz selbst erhalten soll, keine rosigen Aussichten, und es mußte sich durch allerhand Bestimmungen schützen, die dem Einzelnen, der mit den Verhältnissen nicht bekannt ist, schikanös vorkommen mögen. Beim kantonalen Werk besteht aber das Bestreben, dem Abnehmer, soweit es die Ökonomie des Unternehmens erlaubt, entgegenzukommen. Die Petroleumnot und die Kohlennot haben zur Folge gehabt, daß die Zahl der Abonnenten sich stark vermehrt hat. Immer mehr wird der Strom zu Koch- und Heizzwecken verwendet.

Infolge der Kohlennot der letzten Zeit hat der Bund eine Reihe von Industriellen veranlaßt, vom Dampfbetrieb zum elektrischen Betrieb überzugehen. Die Folge ist, daß die beiden Werke vollbelastet, sogar überlastet sind. Ähnlich geht es den andern Elektrizitätswerken in der Schweiz. Der Bundesrat hat deshalb die Gesellschaft „Motor" veranlaßt, das im Bau begriffene Elektrizitätswerk Olten-Gösgen rasch, wenigstens provisorisch, in Betrieb zu setzen. In den nächsten Tagen wird von dort her Strom erhalten werden. Wegen Mangel an Arbeitern geht der Bau des Werkes Eglisau langsam vorwärts, vor 1920 wird es kaum Strom abgeben können. Es ist vorausgesehen, daß mit dem Tage der Eröffnung dessen gesamte Jahresproduktion von 130 Mill. kWh voll ausgenützt wird.

Über die Wirtschaftlichen Ergebnisse der Werke für das Jahr 1916/17 liegen folgende Resultate vor:

Digitized by Google

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist die Betriebseinnahmen mit Fr. 4 600 506 aus; das Warenkonto erbrachte einen Gewinn von Fr. 137 714, das Effektenkonto einen Ertrag von Fr. 277 200 und an Zinsen gingen Fr. 42 956 ein. Andererseits waren die Passivzinsen Fr. 944 828, die Betriebsausgaben Fr. 2 246 848, die Verwaltungskosten Franken 119 859, die ordentlichen Abschreibungen Fr. 865 000; dem Erneuerungs- und Reservefonds wurden Fr. 190 000, dem Pensionsfonds Fr. 400 000 zugewiesen. Aus dem Reingewinn inkl. Vortrag von Fr. 316 287 werden Franken 284 545 zu außerordentlichen Abschreibungen verwendet und Fr. 31 741 auf neue Rechnung vorgetragen. In der Bilanz werden das Grundkapital unverändert mit 25 Mill. Franken, die Kontokorrentkreditoren mit Fr. 1 786 796 und der Erneuerungs- und Reservefonds mit Fr. 1 101 450 ausgewiesen. Grundstücke, Gebäude, Anlagen, Transformatoren, Messer, Mobilien usw. stehen mit Fr. 16 929 424, Waren mit Fr. 1 782 115 und Effekten mit Franken 5 464 800 zu Buch; Kontokorrentdebitoren werden mit Fr. 4 150 878 angeführt, wovon Fr. 2 536 061 auf Bank- und Postscheckguthaben entfallen.

Die elektrische Uhrenanlage der Hannoverschen Maschinenbau-A.-G. Die Wichtigkeit der Zeiterhaltung in einem großen Werk mit riesigem Arbeitspersonal erkennend und die nach Einführung des Kontrollkartensystems in allen Werkstätten erforderliche genaue Übereinstimmung der Zeitkontrolluhren mit dem Pfeifensignal, haben die Veranlassung zur Einführung einer elektrischen Zentraluhrenanlage in den Werken der Hannoverschen Maschinenbau A. G. in Hannover-Linden gegeben. Aus einer Beschreibung derselben, die K. Reybold in „Hanomag-Nachrichten“ IV, Heft 10, 1917, gibt, entnehmen wir folgendes:

Es wurde im Betriebsbureau des ziemlich im Mittelpunkt gelegenen Kraftwerkes eine elektrische Normaluhranlage geschaffen, von welcher 70 Zeitkontrolluhren in den verschiedenen Werkstätten sowie eine größere Anzahl sonstiger Nebenuhren betrieben wird. Eine besonders feine Pendeluhr mit selbsttätigem elektrischem Aufzug und erstklassigem Rieflerkompensationspendel dient als Hauptuhr und gibt minutliche Stromstöße in das Uhrenleitungsnetz, an welches das Kontaktwerk zur Gebung des Pfeifensignales sowie die Zeitkontrolluhren und Nebenuhren angeschlossen sind.

Eine zweite Pendeluhr schwingt synchron mit und dient zur sofortigen Reserve bei irgendwelcher Störung der Hauptuhr. Eine Nebenhauptuhr steht im Verwaltungsgebäude und treibt unabhängig von der Werksanlage die Bureauuhren sowie die öffentlichen Uhren an den Hauptportalen. Die Werkhauptuhr ist mit einem Sekundenkontakt versehen und gibt sekundliche Stromstöße nach einem unter dem Pendel der Nebenhauptuhr angebrachten Elektromagneten, wodurch der unbedingte Gleichlauf beider Uhrenanlagen erzwungen wird. Das Kontaktwerk zur Gebung des Pfeifensignals wird minutlich fortgeschaltet und löst zu bestimmten Zeiten des Tages ein Laufwerk aus, das je 20 s einen Hubmagnet über ein Starkstromschütz einschaltet, welcher mittels Drahtzuges eine Dreiklangdampfpfeife unmittelbar betätigt. Durch die automatische Betätigung der Dampfpfeife, unmittelbar von der Hauptuhr, erfolgt die Signalgebung mit großer Genauigkeit und Sicherheit über ein weites Stadtgebiet.

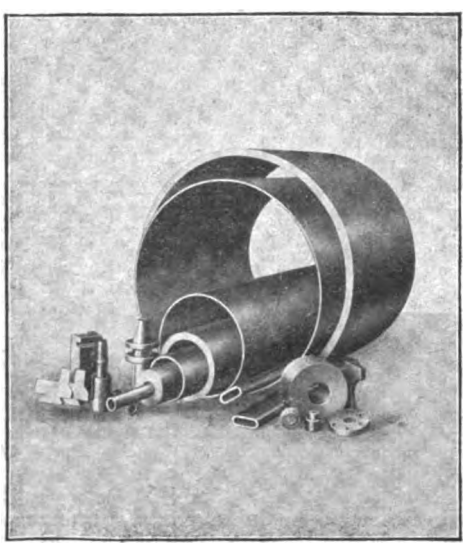
Der gewissermaßen öffentliche Charakter des Pfeifensignales zwingt die Werksleitung dazu, die Uhranlage so genau gehend zu erhalten, daß die mitteleuropäische Zeit durch das Signal stets auf einige Sekunden verbürgt wird. Zu diesem Zweck wird die Hauptuhr mehrmals im Monat mit dem telephonischen Zeitsignal der Sternwarte in Hamburg verglichen.

Die ganze elektrische Uhranlage wird durch eine in dauernder Ladung stehende Akkumulatorenbatterie von 24 V betrieben. Es sind Vorkehrungen getroffen, welche bei irgend einer Störung, zum Beispiel beim Versagen des elektrischen Aufzuges der Hauptuhr, ein Alarmzeichen geben. Die beiden Hauptlinien besitzen Kontrollzeigerwerke, durch deren Übereinstimmung mit der Hauptuhr stets nachgewiesen werden kann, ob die Fortschaltung der Nebenuhren richtig erfolgt ist. Isolationsfehler in der Anlage zeigen sich durch das Aufleuchten von Kontrollampen.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Die Finanzierung der Wasserkräfte. In einer eingehensten Studie hat der Vertreter der Wiener Handels- und Gewerbekammer Dr. Otto Conrad den Vorschlag veröffentlicht, die Regierung möge die Notenbank dazu verhalten, zur Finanzierung der Wasserkräfte eigene, diesen hochwichtigen staatswirtschaftlichen Problemen dienende Geldnoten auszugeben. Im Hefte Nr. 3 der „Wasserwirtschaft“ wendet sich Dr. H. Schreiber in einer kritischen Betrachtung gegen die Nützlichkeit und Durchführbarkeit dieses Gedankens. Er führt aus, daß der Wert des Geldes während des Krieges empfindlich gestört und stark gesunken ist. Dazu kommt, daß das der Privatwirtschaft nutzbare Geld seine Kraft nicht bloß aus der metallischen Deckung und aus den Staats- und fremden Wechseln und selbst nicht völlig aus der produktiven Tätigkeit der Bevölkerung zieht, sondern auch aus den Boden- und Naturschätzen des Landes und ihrer Verwertbarkeit. Diese Schätze, zu denen auch die Wasserkräfte zählen, sind daher als Pfand dem jetzigen Geldwerte bereits mit verhaftet. Auf diesen Naturschätzen ruht also schon die erste Satzpost des Geldwertes, so daß dem neuen staatswirtschaftlichen Gelde, welches

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Digitized by Google

der Staat sich von der Notenbank ohne Rückzahlungs- und Verzinsungspflicht herausholen soll, die Sicherstellung und damit die Kaufkraft fehlen müßte. Die Wasserkräfte sind indessen ein zu kostbarer Schatz, als daß sie mit einem Pseudogeld, einer Art schwachen „Geldersatzes" sich abzufinden brauchten, weil ihr Ausbau und ihre Ausnutzung hinlänglich lohnende Arbeit und Ertragsmöglichkeiten erschließen, um das alte akkreditierte Geld selbst aus den Kassen des Privatkapitals zu solcher wirtschaftlich fruchtbaren Betätigung anzulocken.

□ **Export aus den Vereinigten Staaten.** Ein holländisches Blatt berichtet, daß die Ausfuhr von elektrischen Artikeln aus den Vereinigten Staaten Nordamerikas um 30 Mill. Doll. höher gewesen ist, als jene im Jahre 1916. Die Ausfuhr von Telephonapparaten nach China, Indien und dem indischen Archipel hat stark zugenommen, ebenso die Ausfuhr von elektrischen Glühlampen nach den südafrikanischen Minengebieten. Die Ausfuhr nach Asien betrug 2·5 Mill. Doll. gegen 1 Mill. Doll. im Jahre 1910. Die Ausfuhr von Glühlampen nach Südamerika beträgt 4 Mill. Doll., gegen 3 Mill. Doll. im Jahre 1910.

Anlagen und Projekte.

Littitz in Bhm. Die Gemeinde beabsichtigt die elektrische Beleuchtung einzuführen. Mit der Durchführung des Projektes soll in nächster Zeit begonnen werden.

Stein in Krain. Einige Einwohner befassen sich mit dem Projekte der Errichtung einer elektrischen Zentrale.

Fiume. Der Ungar. Bank- u. Handels A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer normalspurigen Lokaleisenbahn mit elektrischem Betrieb von einem geeigneten Punkte des städtischen Gebietes von Fiume oder der Gemeinde Susak über Cirkvenica in der Richtung gegen Novi erteilt.

Tarajka. Der Akt.-Ges. für Elektrizitätsunternehmungen „Phöbus" wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer Drahtseilbahn, eventuell in Verbindung mit Zahnradbetrieb, von 1 m Spurweite, mit elektrischem Betrieb, von Tarajka auf die Spitze des Szalokerberges erteilt.

Monor. Dem Bauunternehmer Ing. Wilhelm Fábián wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Lau einer im eigenen Betriebe zu führenden Bokaleisenbahn mit elektrischem Betriebe von einem geeigneten Punkte des innerstädtischen Gebietes von Monor über Alberti-Irsa bis zu einem geeigneten Punkte des innerstädtischen Gebietes von Czegléd erteilt.

Hermannstadt. Der Hermannstädter städt. elektr. Straßenbahn-A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme technischer Vorarbeiten für den Bau einer Lokaleisenbahn von 1 m Spurweite mit elektrischem Betrieb vom Endpunkte des städtischen Straßenbahnnetzes bis zur Gemeinde Kicsür, eventuell von dort fortsetzend bis zur Gemeinde Vizakna erteilt.

Jádzölgy. Der Ungar. Eisenbahnverkehrs A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer schmalspurigen Lokaleisenbahn mit Dampf- oder elektrischem Betrieb von der Station Jádzölgy bis Biharfürod und von dort bis zum Anschluß an die Linie Nagyvarad—Kolozsvár der kg. ungar. Staatsbahn erteilt.

Firmennachrichten.

„Ampere" Elektrizitäts-Ges. m. b. H., Wien. Die Gesellschaft ist aufgelöst und in Liquidation getreten. Liquidator ist der bisherige Geschäftsführer Ing. Herm. Eisler.

E. Jordan, Kino- u. Elektro-Material-Ges. m. b. H., Wien. Unter dieser Firma wurde eine neue Gesellschaft eingetragen, die die Erwerbung und Erweiterung des bisher unter der Firma „E. Jordan" betriebenen Handels mit kinotechnischen und elektrotechnischen Bedarfsartikeln zum Gegenstande hat. Die Höhe des Stammkapitals beträgt K 20 000. Geschäftsführer ist Ernst Jordan.

** Glühlampenfabrik in Südfrankreich. In Aix wurde nach Zeitungsmeldungen die „Compagnie des lampes électriques de Provence" mit einem Kapital von 0·6 Mill. Francs gegründet. Sie wird ihren Betrieb in der nächsten Zeit aufnehmen und zu den größten französischen Glühlampenfabriken zählen.

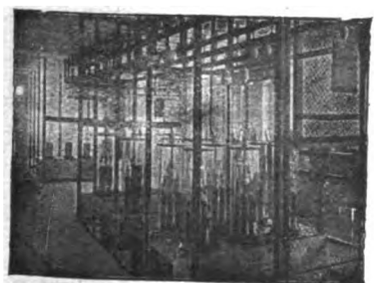
Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

** Rheinisch-Westfälischer Elektrizitätswerk-A.-G., Essen. Wie aus dem Gesellschaftsbericht vom Oktober 1917 zu entnehmen ist, hat die starke Vergrößerung der Kriegsindustrie eine abermalige Erhöhung des Anschlußwertes des ganzen Versorgungsgebietes auf 432 000 kW und der nutzbar abgegebenen kWh für Licht und Kraft auf 555 Mill. zur Folge gehabt. Die Zahl der angeschlossenen Motoren stieg von 38 000 auf 40 500. Zufolge der enorm gesteigerten Ausgaben sind die Überschüsse trotz des starken Absatzes unbefriedigende. Es wird demnach eine Tariferhöhung Platz greifen und gleichzeitig die Kohlensteuer abgewälzt werden.

Die Elektrizitätswerke, die gegen das Vorjahr um 42% mehr zu liefern hatten, sind bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angestrengt; man hofft durch die 100 000 V-Verbindungsleitung und die mit öffentlichen Mitteln durchgeführte Erweiterung zweier Kraftwerke eine Erleichterung. Durch die Gasfernversorgung wurden 44 Mill. m³ Gas ab-

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

Türkei.

Übernehmen Vertretungen

für jetzt und nach dem Kriege

aller Artikel der elektrotechnischen Branche.

Kaufen auch auf eigene feste Rechnung.
Prima deutsche und Bank-Referenzen.

Max Rottenberg & Co., Konstantinopel.

Telegrammadresse: Rottenberg-Konstantinople.

Digitized by Google

gegeben, an die städtischen Gasanstalten 5·72 Mill. m³. Die Werke werden abermals 8% Dividende auszahlen.

** Neugründungen von Stickstoffwerken. Nach einem Bericht in „E. K. B.“ hat sich in den Vereinigten Staaten von Amerika ein Konzern mehrerer Werke mit einem Kapital von 200 Mill. Doll. gebildet, die die Patente des französischen Chemikers George Claude auf Verfahren zur Stickstofferzeugung und auf Erzeugung von flüssiger Luft und Sauerstoff angekauft haben. Ein Mitglied des Konzerns die Air Reduction Comp. besitzt bereits acht Werke im Betrieb und sieben neue sind im Bau begriffen. Ein zweites Mitglied, die National Carbon Co. erzeugt Batteriekohlen, Bürsten, Lichtkohlen; die Firma ist mit der General Electric Co. verbunden. Endlich gehört die Union Carbide Co., die Kalziumkarbid und Maschinenapparate für Karbiderzeugung herstellt, dem Konzern an.

Auf Island sollen Wasserfälle und Eisenbahnen zur Gewinnung von Luftsalpeter ausgebaut werden. Die „Wasserfall-Gesellschaft Island“ beginnt mit der Anlage großer Fabriken nach norwegischem Muster.

Die A.-G. Elektrosalpeter in Stockholm mit 3·2 Mill. Kronen Aktienkapital (auf 9·6 Mill. Kronen zu erhöhen) wird an den Trollhättanfällen eine Fabrik zur Herstellung von Salpetersäure mit 7000 t Jahresproduktion und von Natronsalpeteranlagen anlegen; sie soll nach den Patenten der „Norsk Hydro Gesellschaft“ arbeiten.

□ Compagnie d'Electricité de l'Ouest Parisien (Ouest-Lumière) Paris. Dieses Unternehmen emittiert 20 000 zu 6% netto verzinsliche Bons zu Frcs. 500 gleich dem Betrag von 10 Mill. Francs. Für die letzte im Februar 1917 erfolgte Obligationenanleihe im Betrage von 7 Mill. Francs war der Emissionskurs bei gleichen Bedingungen auf 98% festgesetzt.

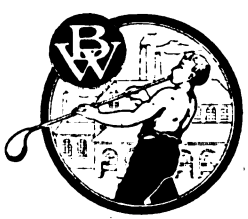
□ Edison Swan Electric Company (Ltd.). Aus dem vorgelegten Rechenschaftsberichte der 34. Generalversammlung geht hervor, daß die Reserve 40 000 Pf. St. beträgt, gegen 15 000 des vorhergegangenen Betriebsjahres. Die Vorräte an Material und Waren erreichten einen Wert von 315 000 Pf. St. und ist deren Höherbewertung auf die Verteuerung des Rohmateriales und der Arbeitslöhne zurückzuführen. Der Vorsitzende konstatiert, daß die Gesellschaft im abgelaufenen Geschäftsjahre ihre Operationen unter sehr ungünstigen Umständen auszuführen hatte. Das Betriebskapital wird als unzureichend bezeichnet und beeinträchtigt die Aktionsfreiheit der Gesellschaft. Der Zuwachs an frischem Kapital aus der letzten Ausgabe von Vorzugsaktien beträgt 60 000 Pf. St., konnte aber erst knapp vor Abschluß des Betriebsjahres der Gesellschaft zur Verfügung gestellt werden. Derselbe diente dazu, einen größeren Teil der Gesellschaftsschulden zu decken. Es wird gegenwärtig auf die Stammaktien keine Dividende verteilt. Der Kapitalzuwachs hat aber zweifellos die Lage und Verdienstmöglichkeit der Gesellschaft gefördert.

Bei der nachher stattgefundenen außergewöhnlichen Generalversammlung wurde der Beschluß gefaßt, die Reduktion des Aktienkapitals entsprechend dem vorgelegten Schema zu genehmigen.

□ Compagnie générale d'Electricité. In dem am 30. Juni abgeschlossenen Geschäftsjahre hat die Gesellschaft einen Reingewinn von zirka 4 Mill. Francs, gegenüber 3·5 Mill. Francs Reingewinn des vorhergegangenen Jahres, nachgewiesen. Der zur Verfügung stehende Betrag beläuft sich auf 5·15 Mill. Francs. Es wird eine Dividende von Fr. 50 per Stammaktie und Fr. 23 per Neuaktie ausgeschüttet.

Metallbericht. Vom amerikanischen Stahl- und Eisenmarkte lagen in der Berichtszeit keine Nachrichten von Belang vor, aus Gründen, die wir früher wiederholt erörtert haben. Wohler fühlt sich die amerikanische Schwerindustrie seit dem Eintritt der Vereinigten Staaten in die Reihen der kriegführenden Mächte keineswegs; denn die diktatorische Stellung, die dem Präsidenten im Kriegsfalle zukommt, gestattet diesem, seinen theoretischen Neigungen entsprechend, außerordentlich einschneidende Eingriffe in das Erwerbsleben. Da aber die dortige Industrie, solange das Land noch neutral war, aus ihren Lieferungen an die Entente bereits Riesengewinne gezogen hat, die ihr außergewöhnlich hohe Rücklagen und die besten technischen Vervollkommnungen gestatten, werden hiedurch alle späteren Benachteiligungen erheblich abgemildert und längst nicht in dem Maße empfunden, wie von der Industrie der kriegführenden Staaten. So fühlen sich auch die deutschen Eisenwerke, die bei großer Leistungsfähigkeit auch schöne Gewinne während des Krieges eingestrichen haben, durch die gegenwärtig geltenden Höchstpreise bedrückt, die nach den letzten Verhandlungen mit der Regierung im vorigen Sommer von dieser festgesetzt worden waren. Sie beabsichtigen daher, wie aus dem rheinisch-westfälischen Industriebezirk gemeldet wird, bei den amtlichen Stellen eine Nachprüfung der jetzt geltenden Notierungen und eine Erhöhung dieser Sätze zu beantragen. Teilweise sind entsprechende Anträge bereits gestellt worden. Abgesehen von den Hinweisen auf die erhöhten Selbstkosten stützen sich die Forderungen auch auf die Tatsache, daß seit der letzten Festsetzung der Höchstpreise eine Frist von mehr als sieben Monaten verstrichen ist.

Das zwischen dem deutschen Stahlwerksverbande und der holländischen Trägervereinigung bestehende Abkommen wurde auf der bisherigen Grundlage für die Dauer eines Jahres verlängert. *Lp.*



Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

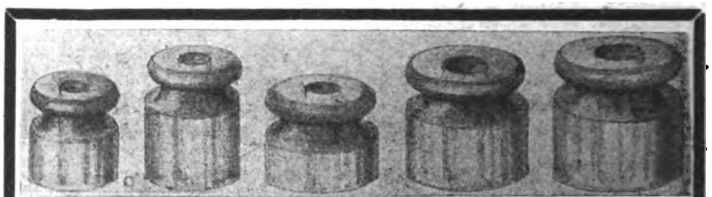
Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.



ISOLIERROLLEN
aus Kristallglas
in allen Größen und Formen für Schwachstromleitungen
kurzfristig lieferbar.
J. W. JÄCKEL & Co.,
WIESENTHAL a. Neisse (Böhmen).

Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co.
K. k. priv. Metall- u. Eisenwaren-, Schrauben-, Nieten-, Draht- und Drahtstifte-Fabrik.
Gegr. im Jahre 1868. **Kalsdorf bei Graz.** Gegr. im Jahre 1868.
Adresse für Briefe: Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co., Kalsdorf bei Graz. Telegramme: FINZEFABRIK GRAZ. Fernsprecher Graz Nr. 53, 2065 und interurban. Giro-Konto: bei der steiermärk. Eskompte-Bank Graz.
Abteilung I: Schrauben-, Nieten-, Muttern-, Drähte- und Drahtstifte-Erzeugung.
Abteilung II: Gesenkschmiederei und Walzwerk.
Abteilung III: Präzisionswerkzeuge, Spiralbohrer „Zenith“ und „Dachs“, Gewindebohrer, Fräser usw. Patent-Univ.-Schnellbohrfutter „Gerberding“.
Abteilung IV: Geschoßerzeugung.
Spezialität: Patent-Stein-, Fundament- u. Schalttafelschrauben. Patent-Muttern-Sicherung „GAF“.

Digitized by Google

Wien, 10. März **ANZEIGER** 1918 — Heft 10

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die zentrale Bewirtschaftung von Rohstoffen mit besonderer Berücksichtigung der Metalle. Von Ing. Edwin Seligmann.

Die zentrale Bewirtschaftung von Rohstoffen mit besonderer Berücksichtigung der Metalle*).

Von Ing. **Edwin Seligman,** Direktor der Metallzentrale A.-G.

Die Rohstoffbeschaffung spielt im Kriege eine große Rolle, denn eines der Kampfmittel unserer Feinde war die Absperrung der gesamten Warenzufuhr, weshalb die Zentralmächte zu ganz besonderen Maßnahmen greifen mußten, um sich mit den zur Kriegführung unerläßlichen Hilfsmitteln zu versorgen. Es ist die Frage gestellt worden, ob die zentralistische Rohstoffbewirtschaftung ihre Zwecke erfüllt hat. Die Antwort ist eigentlich schon mit einem Hinweis auf die günstige Kriegslage gegeben, welche den sichersten Beweis dafür erbringt, daß die für die Kriegführung notwendigen Rohstoffe bisher rechtzeitig herangeschafft wurden, und daß somit das System seine Aufgabe erfüllt hat.

Die Argumente zugunsten der kriegswirtschaftlichen Maßnahmen erfahren eine sehr gewichtige Ergänzung von Beurteilern, denen eine Befangenheit im günstigen Sinne gewiß nicht nachgesagt werden kann, und zwar von unseren Feinden selbst. Diese können nämlich ihre Anerkennung der von den Organisationen der Zentralmächte erzielten Ergebnisse gar nicht wirkungsvoller zum Ausdruck bringen, als indem sie diese Organisationen, so genau als es ihnen nur möglich ist, nachahmen. Dies geschah unter andern durch die allgemein bekannte Errichtung von Munitionsministerien in Frankreich und England. Über das englische Ministerium liegen folgende Angaben vor, welche jedenfalls zeigen, daß der gegen unsere Einrichtungen oft erhobene Vorwurf der Überorganisation mindestens insoferne ungerechtfertigt ist, als der Umfang der feindlichen Organisationen den unserer eigenen bedeutend übertrifft. Das englische Munitionsministerium beschäftigte Ende März 1917 10 000 Beamte; die Gehälter der leitenden Personen bewegten sich zwischen K 12 000 und K 90 000. Die erzielte Leistung ist aus der Angabe ersichtlich, daß die Sprengmittelproduktion in England im März 1917 das 28 fache der Produktion im März 1915 betrug. Zur Nachahmung unserer Einrichtungen entschlossen sich unsere Feinde nicht aus freien Stücken, sondern gezwungenermaßen, da die ursprünglich gegen uns gekehrte Waffe, sich gegen sie selbst gerichtet hat. Doch nicht nur an Lebensmitteln herrscht Mangel, sondern auch an Rohstoffen. Derselbe muß von unseren Feinden durch ähnliche Maßnahmen bekämpft werden, wie von uns. So wurden zum Beispiel in Frankreich und Rußland generelle Metallbeschlagnahmen verfügt, und in Italien im großen Stile freihändige Kriegsmetallsammlungen durch Aufrufe propagiert. Für die Beurteilung der wirtschaftlichen Lage ist stets die Höhe der Preise eines der wichtigsten Kriterien. Wenn es unseren Feinden in der Rohstoffversorgung so gut ginge, wie sie es uns gerne glauben machen wollten, müßten sie darauf hinweisen können, daß die Preise mindestens für die ihrer unmittelbaren Kontrolle unterstehenden Rohstoffe, wenn schon nicht konstant geblieben, so doch im Vergleiche zur Friedenszeit nicht wesentlich gestiegen sind. Dies ist aber keineswegs der Fall. Wie es damit in Wahrheit bestellt ist, zeigt die einer französischen Fachzeitschrift entnommene Darstellung der Preisbewegung der wichtigsten Metalle, die in Abb. 1 gezeigt ist.

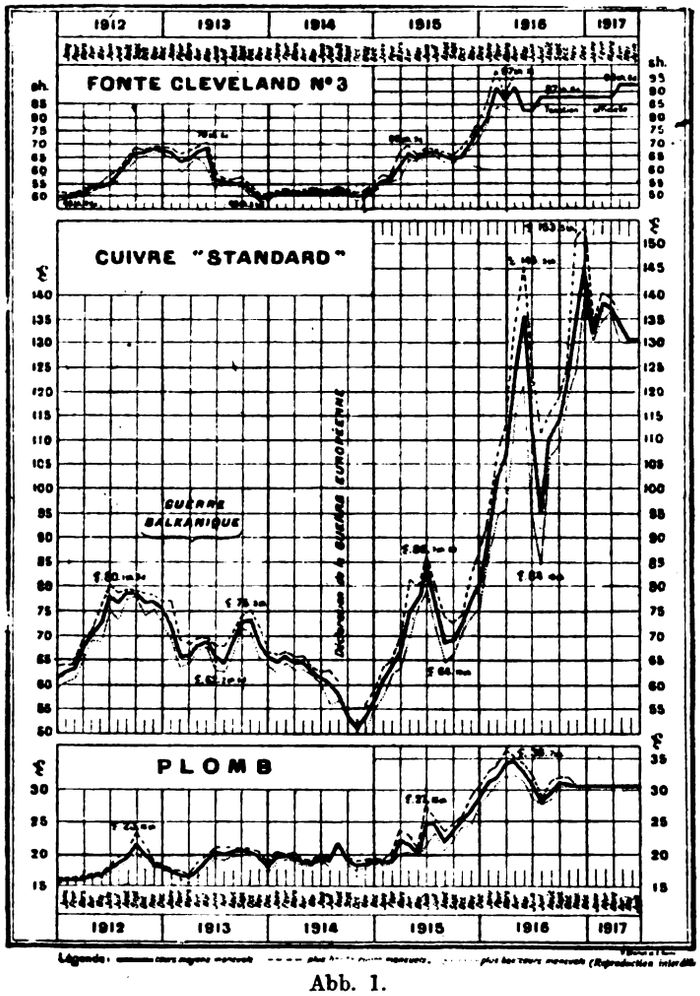


Abb. 1.

Die Leistungen des Systems der zentralen Rohstoffbewirtschaftung sollen nun durch einige Beispiele erläutert werden.

Einer der wichtigsten zur Munitionsherstellung nötigen Stoffe ist die Salpetersäure. Das Rohmaterial zu ihrer Herstellung lieferten im Frieden für die ganze Welt die ausgedehnten Wüsteneien an der Westküste Südamerikas, aus denen in jedem der letzten Friedensjahre rund 2·5 Mill. t Chilesalpeters gefördert wurden. Fast den dritten Teil dieser Lieferung verbrauchte Deutschland, das denselben zu vier Fünftel als Kunstdünger und den Rest für die Farb- und Sprengstoffindustrie verwendete. Da die Entente dem Salpeter natürlich besondere Aufmerksamkeit zuwendete, kam seit Kriegsbeginn keine irgendwie nennenswerte Menge dieses unentbehrlichen Materials in das Gebiet der Zentralmächte. Es ist kaum daran zu zweifeln, daß unsere Feinde ihr Ziel schon durch die Absperrung der Salpeterzufuhr zu erreichen hofften. Sie haben jedoch nicht mit der großen Leistungsfähigkeit unserer Gelehrten und Industriellen gerechnet, denen es gelang, die bereits vor dem Kriege ausgeführten Versuche der Stickstoffgewinnung aus der Luft ins Große zu übertragen. Es wurden rechtzeitig Anlagen zur Stickstoffgewinnung in genügendem Umfange in Betrieb gebracht, womit jedoch noch nicht das Endziel erreicht war. Es mußten noch Wege gefunden werden, den gewonnenen Luftstickstoff in Amoniak und dieses in Salpetersäure umzuwandeln. Auch diese Probleme wurden gelöst und dadurch nicht nur der Salpetermangel vollkommen wettgemacht, sondern auch ein wesentlicher Vorteil für die Zukunft erzielt. Die Luftstickstoffanlagen werden nämlich im Frieden Düngemittel erzeugen und die Einfuhr von Chilesalpeter auch weiterhin überflüssig machen, wodurch große Summen Geldes im Lande bleiben; Deutschland allein hat in der letzten Zeit vor dem Kriege jährlich 150 bis 170 Mill. Mark für Chilesalpeter verausgabt. Es ist vielleicht nicht uninteressant, über diesen Gegenstand ein feindliches Urteil zu hören. L. de Launay, Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften, sagt in seinem Buch „France - Allemagne", Paris 1917, im Kapitel über die Wirkungen der Blockade: „Die Frage der Stickstoffverwendung wäre besonders schwierig gewesen, wenn der Krieg zehn Jahre früher ausgebrochen wäre, als man ohne Erfolg an der praktischen Gewinnung des Luftstickstoffes arbeitete. Unglücklicherweise wurde das Problem im Jahre 1914 gelöst und mehrere Verfahren erprobt, die nur infolge besonderer wirtschaftlicher Verhältnisse in Deutschland nicht fruktifiziert wurden. Da diese wirtschaftlichen Verhältnisse für die Kriegszeit nicht in Betracht kamen, konnte man rechtzeitig Ende 1914 an die direkte Ausbeutung der Luft als unerschöpfliches Stickstoffreservoir schreiten und zieht aus ihr, mit Hilfe der in Form von

*) Auszug aus einem Vortrage, gehalten am 29. Jänner 1918 im Österreichischen Fachschriftstellerverbande.

Kohle reichlich zur Verfügung stehenden Energie, die erforderlichen Mengen von Salpetersäure, allerdings zu hohem Preise und ohne gleichzeitig Kunstdünger herstellen zu können. Es scheint, daß in diesem Punkte die Deutschen ausnahmsweise nicht lügen, wenn sie sagen, daß sie für ihre Munitionsfabrikation auf den Chilesalpeter, der früher das einzige natürliche Vorkommen von Stickstoff war, ebensowenig angewiesen sind, wie auf den norwegischen Salpeter, der unter der Kontrolle der Entente steht.“

in unbegrenzten Mengen erhältlicher Pflanzen durch Behandlung mit Schwefel- und Salpetersäure einen der Schießbaumwolle gleichwertigen Sprengstoff erzeugen könne. Darüber sagt de L a u n a y: „Die Blockade wurde auf die Baumwolle erst sehr spät, nämlich am 20. August 1915 und über eindringliche Vorstellungen von Gelehrten angewendet, unter denen R a m s a y einen hervorragenden Platz einnimmt. Man hatte nämlich vornehmlich die Verwendung der Baumwolle in der Textilindustrie im Auge und fürchtete das Mißfallen

Art Nitrozellulose speziell umgerechnet werden.“ Die Entente dürfte sich überzeugt haben, daß unsere Artillerie trotz Baumwollmangels ihre Treffsicherheit nicht eingebüßt hat. De L a u n a y führt weiter aus, daß sich die Unentbehrlichkeit der Baumwolle für die Deutschen aus der erhöhten Einfuhr in den Kriegsjahren 1914/15 ergebe, gelangt aber nichtsdestoweniger zu der folgenden ziemlich resignierten Schlußfolgerung: „Der Mangel an Baumwolle datiert noch nicht lange genug, als daß er zu kritischen Folgen hätte führen

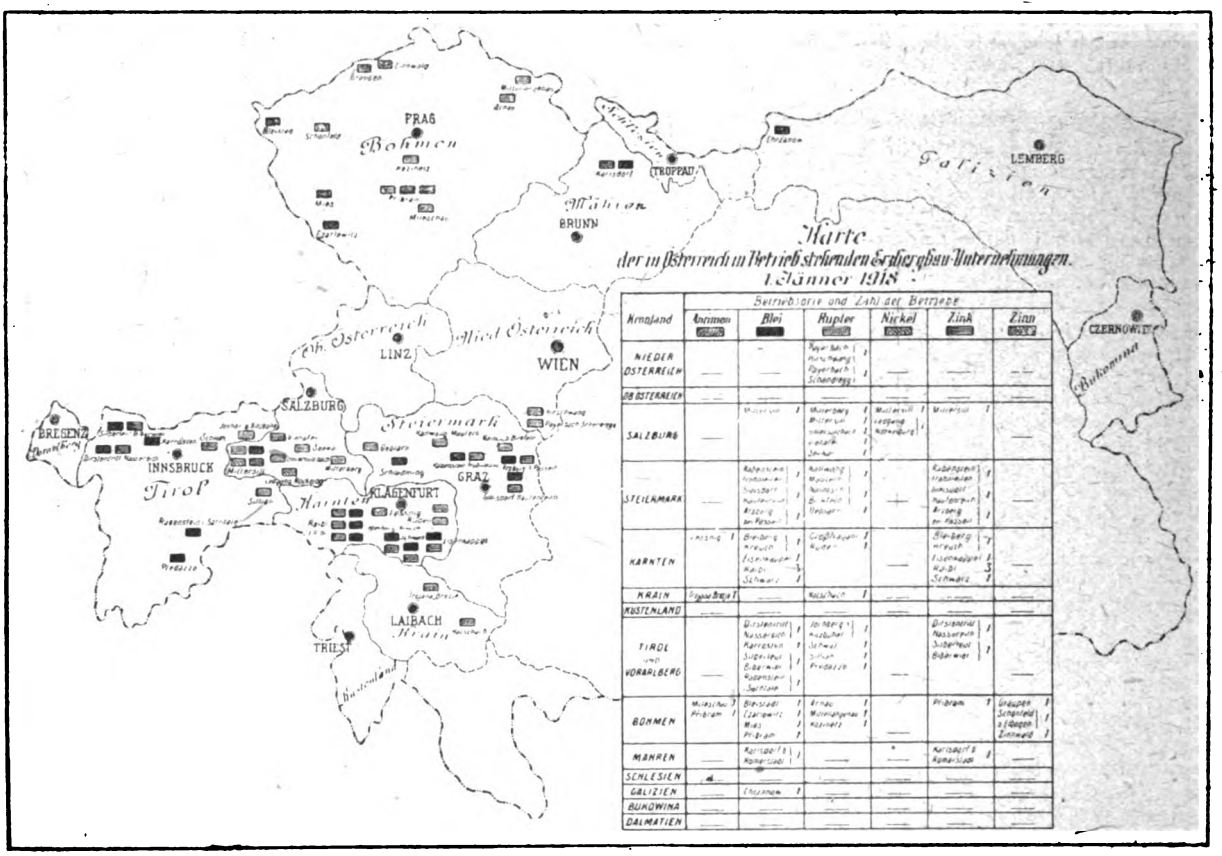


Abb. 2.

Ein ähnliches Beispiel für die bei Bekämpfung des Rohstoffmangels erzielten Erfolge ist die B a u m w o l l e. Die Entente war nicht so naiv zu glauben, uns durch Absperrung von Material für die Bekleidung auf die Knie zwingen zu können. Sie maß jedoch der Abschnürrung von Baumwollimporten mit Rücksicht auf die S p r e n g m i t t e l e r z e u g u n g große Bedeutung bei. Während die Feinde glaubten, daß die zur Herstellung von Schießbaumwolle erforderliche feine Verteilung des Zellstoffes auf künstlichem Wege nicht erreichbar sei, fanden unsere Ingenieuer bald, daß man aus den Fasern einheimischer, der Amerikaner. Derzeit gelangt keine Baumwolle mehr nach Deutschland, ausgenommen höchstens 100 000 Ballen jährlich in den Gebieten um Adana und Konia in Kleinasien, welche in der überhitzten Phantasie Deutschlands imstande sein sollen, heute oder morgen die ganze Produktion der Vereinigten Staaten, Indiens und Ägyptens zu konkurrenzieren. Nun beruht die Fabrikation rauchloser Pulver im Frieden auf der Verwendung hochwertiger Baumwolle. Wenn man anderen Zellstoff verwendet, wie die Deutschen sich rühmen solchen herzustellen, werden alle Schießtabellen unbrauchbar, oder müssen für jede

können. Es scheint sogar, daß man selbst für die Zukunft, was die Munitionsherstellung anbetrifft, zu den schon früher gezogenen Schlüssen kommen muß, d a ß w i r w e n i g A u s s i c h t h a b e n z u e i n e m a b s c h l i e ß e n d e n E f f e k t z u g e l a n g e n, daß wir aber wahrscheinlich eine fühlbare Behinderung erreichen können, die vielleicht auch auf die militärischen Operationen Einfluß nehmen wird.“

Von großer Bedeutung für die Kriegführung sind verschiedene M e t a l l e, L e g i e r u n g e n und metallhältige Substanzen. Aus der großen Reihe derselben sind zunächst

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

EMEM-Treibriemen aus Draht mit Papierfilzbelag
übertrifft die Lederriemen an Adhäsion und Reißfestigkeit, eignet sich hervorragend für leichte, schwere und schwerste Antriebe. Viele tausend Meter im Gebrauch.
Ostrau-Witkowitzer Eisen- und Drahtwarenfabriken
Emil Mücke & Hugo Melder, Witkowitz i. M.

Kohlepapier
und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Eisen und Stahl auszuscheiden, da sie infolge ihrer technischen Besonderheiten nicht in die sogenannte Kriegsmetallwirtschaft einbezogen, sondern von eigenen Organisationen bearbeitet werden. Weiters scheiden aus die Edelmetalle, da Gold und Silber, offenbar mit Rücksicht auf ihre geldtechnische Bedeutung, bisher von kriegswirtschaftlichen Verordnungen nicht erfaßt wurden und Platin, welches zwar von großer technischer Wichtigkeit ist, jedoch durch verhältnismäßig einfache Maßnahmen in ausreichenden Mengen sichergestellt werden konnte. Unter der großen Zahl der übrigen im Kriege zentralistisch bewirtschafteten Metalle, Legierungen und metallhältigen Substanzen seien nur die allerwichtigsten genannt, und zwar: Kupfer, Nickel, Aluminium, Zinn und Blei. Der Hauptbedarf an Kriegsmetall entfällt auf die Munitionsherstellung. Um Ziffern zu nennen, sei erwähnt, daß Deutschland bis Herbst 1917 rund 32 Mill. Artilleriegeschosse und 3·5 Milliarden Infanteriegeschosse verfeuert hat. Demgegenüber stellte sich der Gesamtverbrauch Deutschlands im Kriege 1870/71 auf rund 800 000 Artillerie- und 30 Mill. Infanteriegeschosse. Der bisherige Verbrauch Deutschlands an Artilleriegeschossen war demnach 40 mal, der an Infanteriegeschossen 117 mal so groß als im deutsch-französischen Kriege.

Infolge der großen Sorgfalt, welche die Entente auf die Geheimhaltung aller für die Kriegführung wichtigen Mitteilungen verwendet, liegen uns nur wenige feindliche Äußerungen über die Absperrung der Metallzufuhr im Original vor. Eine der interessantesten ist ein in der „Revue des deux mondes" vom 1. Dezember 1915 enthaltener Artikel von Charles Nordmann über Kriegsmetalle. Der Verfasser kommt in demselben zu dem ganz irrigen Schluß, daß es unter allen Metallen das Gold ist, unter dessen Mangel die Zentralmächte am schwersten leiden. Er spricht jedoch auch die Überzeugung aus, daß die Unmöglichkeit, technisch wichtige Metalle, in erster Linie Kupfer, zu importieren, zum Erlahmen unserer Kraft führen muß. Wie unsere Gegner fast immer, unterschätzt er unsere organisatorische Tüchtigkeit und ist auch ganz außerstande, sich von unseren tatsächlichen Verhältnissen ein einigermaßen zutreffendes Bild zu machen. Dies erhellt am klarsten aus folgender Stelle: „Bei ihren höchst wissenschaftlichen Kriegsvorbereitungen haben die Deutschen zweifellos die Metallfrage ins Auge gefaßt und Vorräte der ihnen fehlenden Metalle und Erze aufgestapelt. Andererseits ist es jedoch sicher, daß sie mit einer kurzen Kriegsdauer und einem blitzartigen Sieg gerechnet haben. Es fragt sich also nur, welcher Kriegsdauer ihre Vorsorge und demnach ihre Eindeckung entspricht." Die Voraussetzung des Franzosen ist ebenso falsch wie die aus ihr gezogene Konklusion. Mit seiner Annahme, daß die Zentralmächte vor Kriegsausbruch große Vorräte aufgespeichert hätten, beurteilt er unsere Situation günstiger als sie war, denn der Krieg traf uns, wie in vieler Hinsicht so auch bezüglich der Metallwirtschaft, vollkommen unvorbereitet. Während er aber glaubte, daß die Mittelmächte die Metallfrage nur durch Vorratsansammlung vor dem Kriege hätten lösen können, gelang es in Wirklichkeit ohne jede derartige Vorarbeit, den Metallbedarf dauernd zu decken.

Die feindlichen Voraussetzungen enthalten allerdings einen richtigen Kern, das ist die Tatsache, daß weder wir, noch unsere Bundesgenossen Kupfer, Nickel, Zinn und Aluminium vor dem Kriege aus eigenen Rohstoffen in hinreichender Menge herstellen konnten. Hieraus schlossen sie fälschlich, daß die Unterbindung der Zufuhr dieser Metalle zum Zusammenbruch unserer Kriegsindustrie führen müsse. Die Zentralmächte konnten zwar nur die Produktion eines dieser Metalle, des Aluminiums, entsprechend dem Kriegsbedarf steigern; sie haben aber den Mangel der übrigen auf andere Weise erfolgreich zu bekämpfen gewußt. Die Erzeugung von Kupfer, Nickel und Zinn konnte im Kriege zwar etwas gehoben werden. Die in Österreich jetzt in Ausbeutung begriffenen Vorkommen von Erzen der für den Krieg erforderlichen Metalle sind auf der Karte (Abb. 2) eingetragen. Aluminium ist nicht aufgenommen, da die zu seiner Herstellung geeigneten Rohstoffe über ganz Österreich verbreitet sind und demnach nicht einzeln eingetragen werden konnten.

Die zur Lösung des Metallproblems angewendeten Maßnahmen lassen sich in zwei Hauptgruppen sondern, deren erste die Aufbringung, deren zweite die Verwendung der Sparmetalle betrifft. Im Frieden stand den Metallkonsumenten die Inlandproduktion und der Auslandimport zur Verfügung. Mit Schließung der feindlichen Blok-

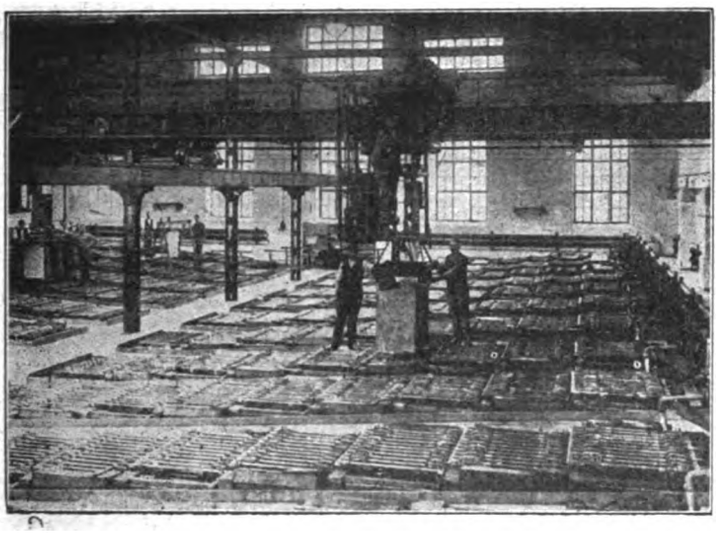


Abb. 3

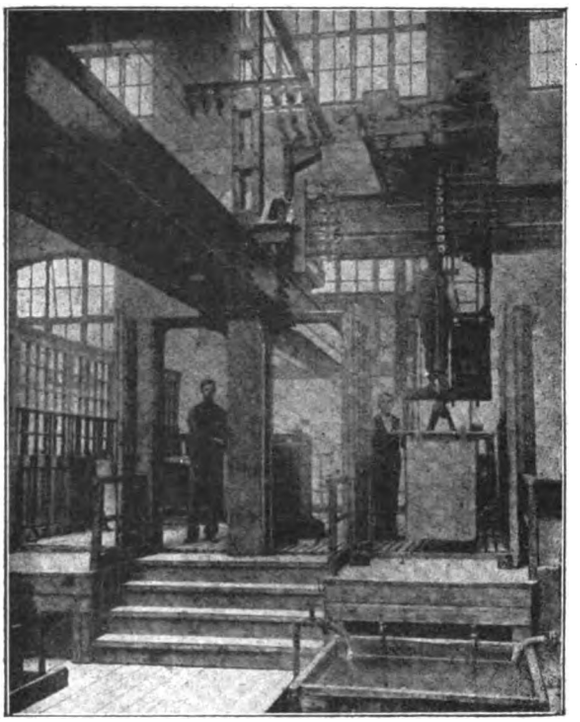
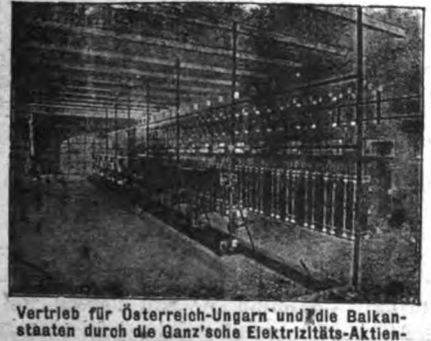


Abb. 4.

Société Générale des Condensateurs Electriques
Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.
Schutz von Leitungsnetzen
gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.
Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

kade wurden die anfangs des Krieges noch in bescheidenem Maße möglichen Importe nach einigen Monaten vollkommen abgeschnitten, womit die Hauptquelle der geebneten Metalldeckung versiegt war, da die Inlandserzeugung an Kupfer, Nickel, Zinn und Aluminium nur einen kleinen Teil des Gesamtverbrauches decken konnte. Während, wie schon gesagt, die Aluminiumproduktion derart gesteigert werden konnte, daß sie den gesamten Kriegsbedarf deckt, konnte dieses Resultat bezüglich der Förderung an Kupfer, Nickel und Zinn nicht erreicht werden. Diese unentbehrlichen Metalle hatten wir zwar nicht, wie der Verfasser des früher zitierten Artikels der „Revue des deux mondes" glaubt, in kriegerischer Absicht in Form von Rohmetallen aufgestapelt; wir verfügten jedoch ebenso wie unsere Feinde über ganz bedeutende Vorräte an denselben in Form der zahllosen Gebrauchsgegenstände, die im Laufe der Jahre aus den Rohmetallen erzeugt worden waren. Es handelte sich nur um geeignete Maßnahmen, um diese in genügender Menge vorhandenen Gegenstände in großzügiger Weise aufzubringen und um Methoden und Anlagen zu ihrer Umwandlung in Formen, welche sich zur Weiterverarbeitung durch die Kriegsindustrie eignen. Eine derartige Aufbringung hat in kleinem Maßstabe schon im Frieden stattgefunden, indem von alters her ein für den Gesamtkonsum allerdings nicht ausschlaggebender Rückstrom sogenannter Altmetalle und Abfälle stattfand. Diese Materialien wurden in für unsere heutigen Begriffe geringen Mengen von den Altmetallhändlern angekauft, denen sie hauptsächlich von kleinen Hausierern, vom Volkswitz „Naturforscher" genannt, zugebracht wurden. Dieses Altkupfer, Altmessing u. dgl. ist aber zwar wohl für mindere Verwendungsarten, nicht aber zur Munitionsherstellung und anderweitigen für den Krieg erforderlichen Verarbeitung geeignet. Ganz unerläßlich ist vielmehr für viele Zwecke, daß das Kupfer die höchste technisch erreichbare Reinheit besitzt, die natürlich das Altmetall keineswegs aufweist. In solcher Reinheit wird das Kupfer nur auf elektrolytischem Wege gewonnen. Der Vorgang vollzieht sich industriell in großen Anlagen, wie sie vor dem Kriege hauptsächlich in den Vereinigten Staaten bestanden, in Deutschland und Österreich jedoch mangels eines Erfordernisses nur in ganz unzureichendem Ausmaße vorhanden waren. Eines der Hauptprobleme der Metallbeschaffung während des Krieges bestand in der Notwendigkeit rechtzeitiger Errichtung solcher Kupferelektrolysen mit einer dem Gesamtbedarf an Elektrolytkupfer entsprechenden Kapazität. Dieses Problem wurde dank der verständnisvollen Zusammenarbeit von Heeresverwaltung und Industrie restlos gelöst. In der Monarchie sind, ebenso wie in Deutschland, diese Anlagen seit Jahr und Tag in vollkommen zufriedenstellendem Betrieb. Die Größe der vollbrachten Leistung ergibt sich aus der Tatsache, daß die Elektrolysenkapazität in Österreich-Ungarn während des Krieges auf das 30fache gehoben wurde. Während man vor dem Kriege mit einer Bauzeit für eine derartige Anlage von mindestens einem Jahre rechnete, wurde einer der wichtigsten Kupferelektrolysen während des Krieges in einem militärischen Betrieb derart beispiellos schnell errichtet, daß sie bereits am 100. Tage nach dem ersten Spatenstich unter Strom gesetzt werden konnte. Abb. 3 zeigt eine neu errichtete Kupferelektrolyse; man erkennt die einzelnen Bäder mit den darin aufgehängten Elektroden. Zum Einsetzen und Ausheben der schweren Kupferplatten, die als Elektroden dienen, wird ein Laufkran verwendet, der in

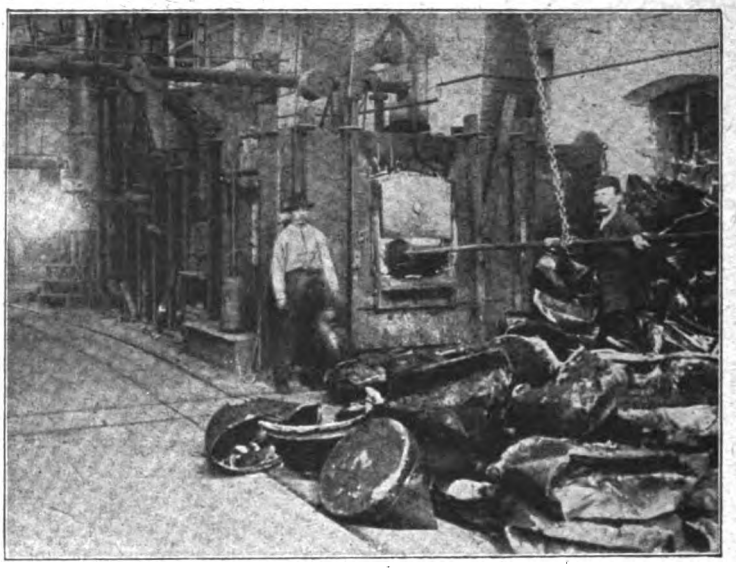


Abb. 5.

Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

ISOLIERROLLEN
aus Kristallglas
in allen Größen und Formen für Schwachstromleitungen
kurzfristig lieferbar.
J. W. JÄCKEL & Co.,
WIESENTHAL a. Neisse (Böhmen).

Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co.
K. k. priv. Metall- u. Eisenwaren-, Schrauben-, Nieten-, Draht- und Drahtstifte-Fabrik.
Gegr. im Jahre 1868. **Kaisdorf bei Graz.** Gegr. im Jahre 1868.
Adresse für Briefe: Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co., Kaisdorf bei Graz. Telegramme: FINZEFABRIK GRAZ. Fernsprecher Graz Nr. 53, 2065 und interurban. Giro-Konto: bei der steiermärk. Eskompte-Bank Graz.
Abteilung I: Schrauben-, Nieten-, Muttern-, Drähte- und Drahtstifte-Erzeugung.
Abteilung II: Gesenkschmiederei und Walzwerk.
Abteilung III: Präzisionswerkzeuge, Spiralbohrer „Conith" und „Dachs", Gewindebohrer, Fräser usw. Patent-Univ.-Schnellbohrfutter „Gerberdiag".
Abteilung IV: Geschoßerzeugung.
Spezialität: Patent-Stein-, Fundament- u. Schalttafelschrauben. Patent-Muttern-Sicherung „GAF".

Abb. 4 zu ersehen ist. Das Rohmaterial, welches in den Elektrolysen zur Verarbeitung gelangt, ist das Altkupfer, welches, zunächst in einen Schmelzofen (Abb. 5) und sodann in einen Raffinierofen (Abb. 6) gelangt, aus dem es in die Anodenformen gegossen wird. Man hat sich jedoch nicht damit begnügt, Elektrolytkupfer aus Altkupfer zu erzeugen, sondern es ist im Kriege gelungen, ein neues, von dem Direktor eines österreichischen Industrieunternehmens herrührendes Verfahren auszubilden, um auch Messing diesem Zwecke dienlich zu machen, womit ganz unermeßliche Vorräte an Rohmaterial für die Elektrolytkupfererzeugung erschlossen wurden. Das Verfahren hat natürlich auch in Deutschland Eingang gefunden. Aus dem Messing, wird nicht nur das im Konverter verbleibende und von diesem in die Gießpfanne geschüttete Kupfer, sondern auch das Zink gewonnen. Dasselbe setzt sich in Form von Zinkoxyd ab, aus dem durch Reduktion das metallische Zink wiedergewonnen wird (Abb. 7).

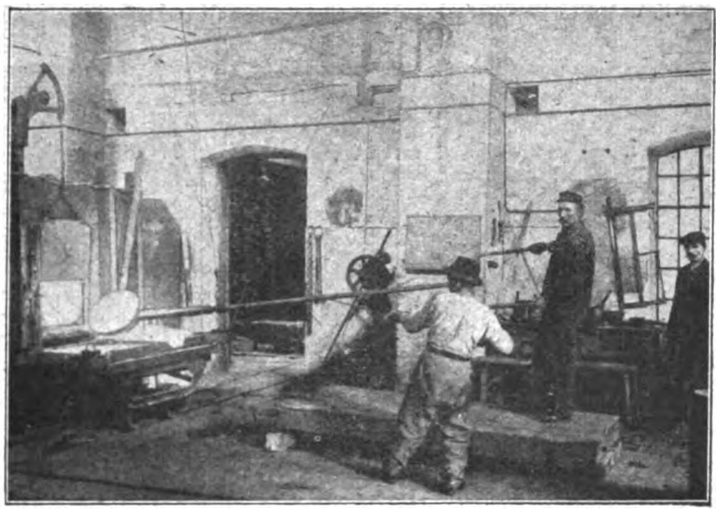


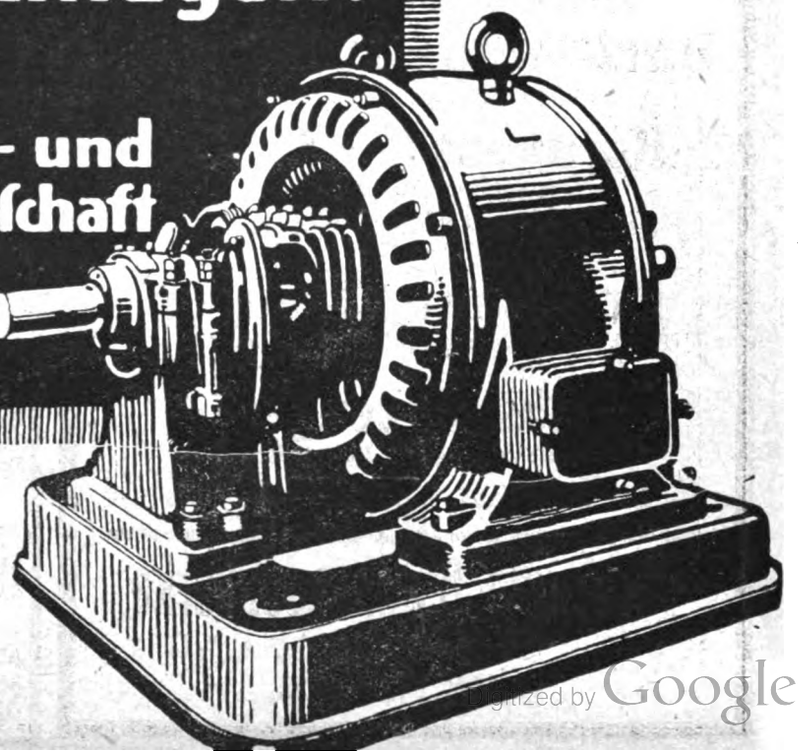
Abb. 6.

Die Auffindung und die Ausgestaltung von Verfahren zur Verarbeitung der infolge der Kriegslage an Stelle der früher bezogenen Rohmetalle tretenden Materialien und die Schaffung leistungsfähiger Anlagen, dieselben im großen Stile zu praktizieren, ist jedoch nur ein geringer Teil der zu lösenden Aufgabe. Die Hauptschwierigkeit bestand vielmehr darin, Mittel und Wege zu finden, um diese Anlagen zu alimentieren. Bald nach Kriegsbeginn griff man deshalb sowohl in Deutschland wie in Österreich zu dem durch die Kriegsgesetzgebung gegebenen Mittel der zwangsweisen Enteignung, doch zeigte die Erfahrung bald, daß auf dem Wege der Requisition die notwendige Erfassung der gesamten im Inlande in den verschiedensten Formen vorkommenden Metallquantitäten nicht erreicht werden könne. Diese erforderte vielmehr die Ausgestaltung eines großen Aufbringungsapparates, welcher imstande sein muß, der weitverzweigten Verteilung und der großen Zahl der Besitzer gerecht zu werden. Es wurde deshalb die Durchführung einer Metallmobilisierung größten Stiles beschlossen, die von den beteiligten Behörden, in Österreich in erster Reihe dem Kriegsministerium und dem Handelsministerium, durchgeführt wurde, welche sich hiebei der Metallzentrale als kommerzieller Hilfsorganisation bedienten. Den verschiedenen Arten von Metallvorkommen entsprechend, gliedert sich die Aufbringungstätigkeit in die Übernahme von Requisitions-, Etappen- und ähnlichem Material, den Kommerzeinkauf, den Industrieeinkauf und größere Einzelaktionen.

Die Übernahme staatlich beschlagnahmter Materialien ist die verhältnismäßig einfachste Tätigkeit. Ein Beispiel gibt die Einziehung der sogenannten Hausbrandkessel, das sind kleine kupferne Destillierapparate zur Spirituserzeugung, welche auf Grund besonderer Verfügungen zur Ablieferung gebracht wurden. Hiebei oblag der Metallzentrale die Manipulation mit dem Material und die gesamte Geldgebarung. Wie sehr die Eisenbahn durch dieses und ähnliches Material belastet wurde, ergibt sich daraus, daß zum Beispiel in der Zeit vom Herbst 1915 bis Frühjahr 1916 in Salzburg allein 600 Waggons dieser Kessel durchliefen. Die Schwierigkeit entstand hier durch die Sperrigkeit dieser Güter, da die Kessel aus dünnem Blech bestehen und deshalb ein großes Volumen in Anspruch nehmen, so daß die Ladefähigkeit der Waggons nicht ausgenutzt werden kann. Auch die Kirchenglocken wurden der Musterung unterzogen. (Abb. 8.) Die ganze Glockentransaktion von der Abnahme bis zur Ablieferung an die verarbeitenden Betriebe wird ausschließlich von militä-

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.

Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

rischen Funktionären durchgeführt. Ein Verkauf von Kirchenglocken findet absolut nicht statt, dieselben bleiben vielmehr, insoferne sie nicht überhaupt in militärischen Betrieben aufgearbeitet werden, Eigentum des Staates. Die verarbeitenden Werke erhalten nur den Hüttenlohn, so daß jede Spekulation mit dem Metallwert vollkommen ausgeschlossen erscheint.

Der Kommerzeinkauf beschäftigt sich mit der von Händlern, angefangen vom vorerwähnten „Naturforscher“ bis zum vornehmen Großkaufmann, aufgebrachten Ware. Es oblag der Kriegsmetallwirtschaft, den Strom der Händlerware möglichst vollständig in die von der Heeresverwaltung vorgeschriebenen Bahnen zu lenken. Dies war ganz besonders bei Kriegsbeginn durchaus nicht so einfach, da der dringende Bedarf an Metallen und das Versagen der gewohnten Bezugsquellen einen unheilvollen Einfluß auf die Verbraucher äußerte, welche in ihrer Angst, die Betriebe nicht aufrecht erhalten zu können, geneigt waren, jeden Preis für Metalle zu bezahlen und sich auf die systematische Tätigkeit einer Zentralstelle, für deren Erfolg mangels früherer Erfahrung keinerlei Gewähr geboten war, nicht verlassen wollten. Begreiflicherweise zeigte auch der Handel wenig Neigung sich die Vorteile dieser Konjunktur entgehen zu lassen und war deshalb für Zentralisierungsbestrebungen nicht gerade besonders eingenommen. Nichtsdestoweniger ist es auf dem Gebiete des Metallhandels gelungen, die Interessen der Kaufmannschaft mit denen der offiziellen Kriegsrohstoffgesellschaft zu vereinbaren, was sich wohl am besten aus der Tatsache ergibt, daß die Metallzentrale im gegenwärtigen Zeitpunkt 260 legitimierte Einkäufer beschäftigt, in deren Reihen alle irgendwie im Altmetallhandel Namen habende Firmen vertreten sind.

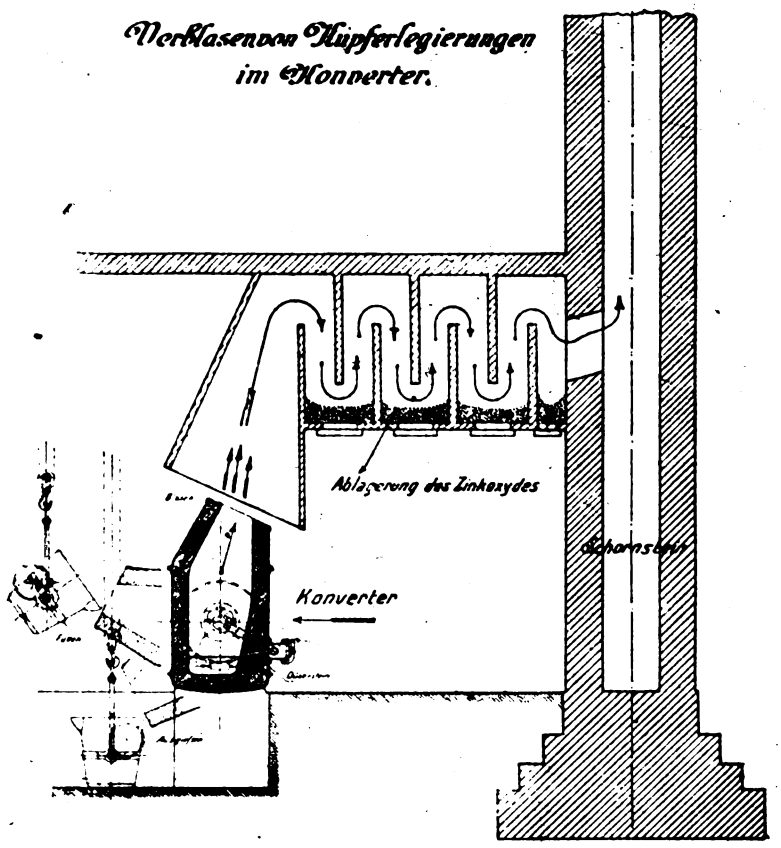
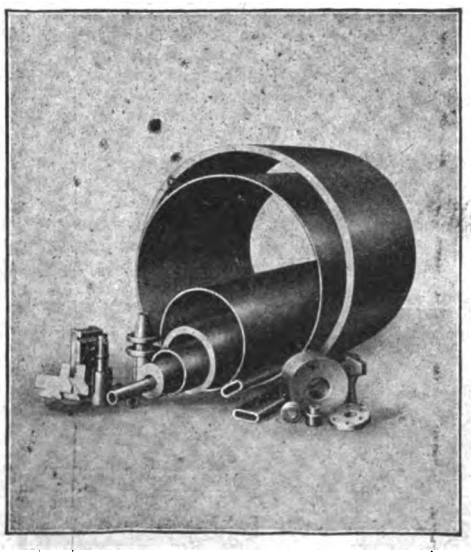


Abb. 7.

Der Altmetallhandel, welcher in diesem Kriege eine so wichtige Rolle zu spielen berufen war, hat übrigens schon in früherer Zeit einmal eine Probe seiner Leistungsfähigkeit bestehen müssen. Im Jahre 1887 versuchte nämlich der reiche französische Metallindustrielle Secretan im Verein mit einer mächtigen Bankgruppe, sich die Kontrolle des Kupfermarktes zu verschaffen. Er sicherte sich den größten Teil der Kupferproduktion des Jahres 1888, kaufte große Kupfermengen an der damals den Markt noch ausschließlich beherrschenden Londoner Börse und schraubte die Preise, nachdem er so fast 85% der gesamten Kupferbestände in seine Gewalt gebracht hatte, von Mk. 80 auf Mk. 220 pro 100 kg. Dieser berüchtigte Kupfercorner endete mit einem Mißerfolg, denn der Konsum konnte die hohen Preise nicht anlegen und war genötigt, vom Einkauf abzustehen. In dieser für die Industrie kritischen Situation brachte der Altmetallhandel die dringend notwendige Hilfe. Seine Vertreter durchreisten die Welt und kauften auf, was immer zu haben war. Aus ganz Europa und dem Orient, aus Ägypten Kleinasien, Persien und Indien wurden große Posten Altkupfer und Messing nach europäischen Häfen verladen und dem Konsum zugeführt. Auf diese Weise wurde die Industrie alimentiert, der Kupferpreis fiel in wenigen Tagen von Mk. 220 auf Mk. 70 und der kühn angelegte Secretansche Kupfercorner brach zusammen.

Das wichtigste Reservoir von Kriegsmetall bilden die verschiedenen metallenen Einrichtungen industrieller und gewerblicher Anlagen, wie elektrische Leitungen*) und Maschinen, Kupferapparate und Rohrleitungen, Messingarmaturen usw. Während es sich beim Kommerzeinkauf hauptsächlich um die Lösung kaufmännischer und administrativer Fragen

*) Über die Entkupferung der Leitungsnetze siehe E. u. M. 1917, Seite 225.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Digitized by Google

handelte, mußten bei der Aufbringung von Industriemetall außerdem noch ganz neue, zum Teil äußerst schwierige technische Probleme bewältigt werden. Das Industriemetall kann, da es in Form lebenswichtiger Betriebsorgane vorkommt, nicht einfach entfernt werden, ohne daß Betriebe gestört und dadurch über die Industrie und mit ihr über die gesamte Volkswirtschaft eine unabsehbare Katastrophe heraufbeschworen werden würde. Selbstverständlich wäre auch der äußerste Widerstand der Industriellen gegen derartige Eingriffe in ihr Eigentum zu gewärtigen gewesen. Da auf die Mobilisierung des Industriemetalles jedoch nicht verzichtet werden konnte, handelte es sich darum, einen Weg zu finden, um diese Metallmengen ohne Störung der Betriebe freizumachen. Derselbe mußte in Österreich früher betreten werden als in Deutschland, welches über einen größeren Vorrat an Rohmetallen, Halbfabrikaten und fertigen Metallwaren verfügt als wir. Es mußte zunächst ein umfangreicher Kataster der in den industriellen und gewerblichen Betrieben Österreichs enthaltenen Sparmetalle angefertigt werden. Derselbe ist in ständiger Ausgestaltung und umfaßt derzeit rund 13 000 industrielle und 20 000 gewerbliche Betriebe. Das zweite und bei weitem wichtigste Element des Industriemetallausbaues bildet die Frage der Ersatzbeschaffung. Die überwiegende Mehrzahl der Spezialfabriken für die Herstellung der in Betracht kommenden Anlagen war bis Kriegsbeginn auf die Verwendung von Ersatzmaterialien absolut nicht eingerichtet. Die Metallzentrale bewog zunächst eine Fachfirma dazu, sich mit dieser Frage zu beschäftigen. Auf Grund der von dieser erzielten Erfolge konnten sukzessive die Vorurteile und Bedenken der Fachkreise zerstreut werden, so daß die wichtigen für diese Tätigkeit geeigneten Unternehmungen, nach und nach alle zur Lieferung von Ersatzeinrichtungen herangezogen wurden. Die Liste der von der Metallzentrale beschäftigten Ersatzlieferungen umfaßt derzeit 126 Firmen. Erst nach Klärung der technischen Frage konnte die Industrie für den Gedanken des Metallausbaues gewonnen werden. Die Zentrale wählte hiefür den Weg von Verhandlungen mit den großen industriellen Verbänden. Es wurde denselben dargelegt, daß im Verlaufe des Krieges die Notwendigkeit eintreten würde, die in industriellen Apparaten und anderen Einrichtungen eingebauten Metallbestandteile für Heereszwecke in Anspruch zu nehmen und daß sich die Industriellen einer großen Gefahr aussetzen, wenn sie diesbezügliche Zwangsmaßnahmen abwarten, da bei Inkrafttreten solcher Maßnahmen Betriebsstörungen bezw. Einstellungen zu befürchten wären. Diese Erwägungen fanden volles Verständnis und führten zu Vereinbarungen mit allen Verbänden der über metallene Einrichtungen verfügenden Industrien, auf Grund deren nach und nach bis zum 30. September 1917 von 12 721 überhaupt in Betracht kommenden Betrieben 6930 dem Metallausbau unterzogen wurden. Wie einschneidend die getroffenen Maßnahmen in manchen Fällen waren, ergibt sich zum Beispiel daraus, daß mit der Stärke-Sirupindustrie ein Abkommen getroffen wurde, demzufolge von 14 Fabriken elf vollkommen stillgelegt wurden und ausgebaut werden konnten, während der Betrieb im erforderlichen Umfange den drei restlichen Fabriken übertragen wurde. Hiedurch wurden natürlich nicht nur Metalle für die Heeresindustrie gewonnen, sondern auch bedeutende Ersparnisse an Arbeitskräften und Material sowie eine Erhöhung in der Ökonomie des Fabrikationsprozesses erzielt.

Abb. 8.

Als Beispiel für die größeren Einzelaktionen sei der freihändige Einkauf der mit Verordnung vom 23. September 1915 in Anspruch genommenen metallenen Hausgeräte erwähnt. Zum Zwecke dieses sogenannten Handeinkaufes wurden in sämtlichen Kronländern Kriegsmetalleinkaufsstellen eröffnet, deren im Ganzen 628 in 453 Orten in Tätigkeit waren. Die Organisation des Handeinkaufes hatte in Anbetracht der großen Anzahl von Einkaufsstellen, von denen viele in fremdsprachigen Gebieten lagen und zum Teil infolge der Einrichtungen über unzureichendes Personal verfügten, mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen, die jedoch erfolgreich bewältigt wurden. Ein Bild hievon ergibt sich aus dem Hinweis, daß von sämtlichen Einkaufsstellen in der Zeit vom 1. Oktober 1915 bis 1. Oktober 1916 rund 5 Mill. Einkaufsscheine ausgefertigt wurden, die alle geprüft und honoriert werden mußten. Die Hälfte derselben lief in der Zeit des stärksten Andranges der Metallabgeber, das ist vom 15. Juli bis 15. September 1916, also innerhalb zweier Monate ein. Auf das bisher für die Metallaufbringung insgesamt erforderliche Maß an Arbeit kann ein Schluß aus der Angabe gezogen werden, daß das an und für sich sehr beträchtliche, durch diesen Apparat zutage geförderte Metallquantum nur rund 6·5% der von der Metallzentrale bis zum Abschluß des dritten Geschäftsjahres erzielten Gesamtbewegung darstellt.

Mit der weitergehenden Ausgestaltung des Metallaufbringungsapparates wurden ganz bedeutende Metallmengen in Bewegung gebracht, welche die Anlage eines eigenen Lagerplatzes notwendig machten. Ein solcher wurde

Drehstromgenerator

115 kVA, 330 Volt, 50 Perioden, 250 Touren mit Welle und 1 Lager mit direkt gekuppelter Erregermaschine, Fabrikat Siemens-Schuckert, sehr gut erhalten, **zu verkaufen.** 1304

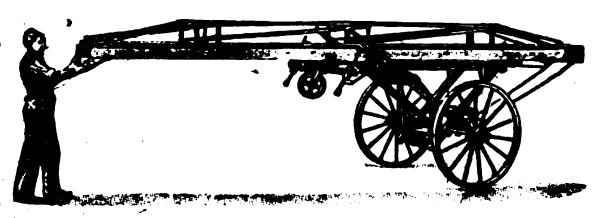
Bartelmus, Donát & Cie., Brünn.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m „ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität. Stets vorrätig.



Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Mitgliedsbeitrag für 1918.

Gemäß § 5 der Satzungen ist der Jahresbeitrag für 1918 bereits fällig.

Wir ersuchen alle P. T. Mitglieder um eheste Einzahlung des Jahresbeitrages.

Zahlungen erbeten per Postanweisung an die Adresse:

Elektrotechnischer Verein in Wien,
VI, Theobaldgasse 12.

KRAMER & LÖBL, SCHLAG bei GABLONZ a. N. Fabrik elektrotechn. Artikel.

PORZELLAN-FASSUNGEN

mit und ohne Aufhängehaken.

Nr. 0364. **Offerte freibleibend.** Nr. 0362.

Digitized by Google

auf dem Handelskai in unmittelbarer Nähe der Eisenbahnstation Nußdorf angelegt und mit Eisenbahnanschluß, Bahnexpositur, Bureaus, Magazinen und allen sonstigen zur korrekten und raschen Materialmanipulation erforderlichen Einrichtungen ausgestaltet. Unter denselben ist die Einführung einer ständigen militärischen Kontrolle der Lagergebarung zu erwähnen, die einer aus mehreren Offizieren bestehenden Expositur des Kriegsministeriums übertragen wurde. Auf dem Lagerplatz wurden durchschnittlich bis Ende des dritten Geschäftsjahres 15 Waggons täglich manipuliert. Die Höchstzahl der an einem Tage in Empfang genommenen Waggons erreichte 23, die der expedierten 24. Das Material langt zum überwiegenden Teile in Eisenbahnzügen auf dem Lagerplatz ein, wird dort entladen, von fremden Bestandteilen befreit und je nach Verwendungszweck fachgemäß sortiert. Die Lagerplatzverwaltung begnügte sich nicht mit dem mechanischen Reinigen und Sortieren des Materiales, sondern traf auch weitergehende Vorkehrungen. So wurden unter anderem Einrichtungen zum rationellen Entzinnen der Wasserwannen von Küchenherden und zum Umschmelzen von Altzink, Altblei usw. geschaffen.

Während der Begriff der Kriegsrohstoffwirtschaft, von dem bisher ausschließlich die Rede war, ein ganz scharf umrissener ist, breitet sich noch ein vollkommenes Dunkel über Wesen und Ziele der so oft genannten Übergangswirtschaft, die hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll. Unseren Feinden kann nach vorliegenden Äußerungen nicht die Anerkennung versagt werden, daß sie sich zu der Unklarheit des Problems offener bekennen als wir. So sagt zum Beispiel Lord Furness, der Vorsitzende bekannter englischer Eisen- und Schiffahrtsgesellschaften: „Die Zukunft ist sehr ungewiß. Selbst wenn bald der Frieden käme, sind viele kommerzielle Probleme zu lösen. Solche Lösung kann nur befriedigend erfolgen, wenn Kapital und Arbeit den veränderten Umständen Rechnung tragen, und zwar mit Weitsichtigkeit und einem beiderseitig ausgeprägten Sinn für Zusammenarbeit." Aus Äußerungen Lord Cromers und Viscount Haldanes seien folgende Stellen zitiert: „Für geraume Zeit, möglicherweise für Jahre nach Friedensschluß, werden wir nicht in der Lage sein zu sagen, wie sich die wirtschaftliche Zukunft gestalten mag." — „Abhängigkeit von ausländischen Rohstoffen oder von ausländischen Fabrikaten, die aus unseren Rohstoffen hergestellt sind, wirkt wie ein Unglück." — „Die Jagd nach schnellem Gewinn ohne Rücksicht auf die nationalen Erfordernisse hat unter dem Druck des Krieges aufhören müssen."

An diese letztere Äußerung möchte ich anknüpfen, denn sie formuliert in glänzender Weise die brennendste Frage der Übergangszeit. Auch in der freimütigen Beantwortung dieser Frage haben es uns die Engländer, soweit man auf Grund der dürftigen Daten feststellen kann, zuvorgetan. Sie haben diese Frage nämlich, wie schon aus der Fassung obiger Äußerung geschlossen werden kann, mit männlichem Mute verneint. Sie haben damit die bei uns so beliebten Formeln: „Freie Bahn dem Tüchtigen" und „unbehindertes Spiel der Kräfte" kühn über Bord geworfen. Sie scheinen sich klar darüber zu sein, daß die Zukunft an alle Kulturnationen ganz neue Anforderungen stellen wird und haben auch schon verschiedene derselben in klarer Weise ausgesprochen. So sagt zum Beispiel Hurst, der Vorsitzende der Londoner General Electric Co.: „Ich bin überzeugt, daß große Zentralkraftstationen an etwa 15 oder 20 Plätzen in England gebaut werden müssen, so daß an Stelle des Transportes von Kohle die Kraftanlagen nahe den Kohlenfeldern angelegt werden und daß nach der Gewinnung der Nebenprodukte die Elektrizität oder das Gas oder beides durch Kabel- oder Rohrleitungen zu den Städten und Industrien geleitet werden." Es ist sehr interessant, daß, ganz unabhängig von dieser Äußerung, aus England soeben die Nachricht kommt, der zum Studium der bei der Erzeugung von Elektrizität eingesetzte Ausschuß habe folgende Vorschläge gemacht: 1. Errichtung von 16 Zentralkraftstationen in verschiedenen Teilen des Landes, 2. Stillsetzung von 600 Elektrizitätswerken gegen Entschädigung, 3. Verwertung der Nebenprodukte bei allen Zentralstationen, 4. staatliche Kontrolle dieses Unternehmens durch einen Rat von Elektrizitätskommissären. Durch das Projekt sollen jährlich 55 Mill. t Kohle im Werte von 27 Mill. Pfund Sterling (650 Mill. Kronen) erspart werden*). Auch bei uns sind derartige Fragen erwogen worden, jedoch nicht mit dem in England offenbar obwaltenden Radikalismus. Jedenfalls zeigt das Beispiel deutlich, worin die Aufgabe der Übergangswirtschaft bestehen wird, nämlich in der Lösung von Problemen, welche weder der tüchtigste Industrielle, noch auch der Staat aus eigener Kraft bewältigen kann, die vielmehr nur durch verständnisvolles Zusammenwirken beider Faktoren erfolgreich bearbeitet werden können. Zu den wichtigsten dieser Probleme zählen die Ausnützung der Wasserkräfte und die Steigerung des Ertrages des Ackerbodens. Beide Probleme sind durchaus nicht neu, kamen aber niemals im großen Stile zur Ausführung, weil weder die Errichtung großer Wasserkraftwerke, noch gewaltiger Kunstdüngerfabriken die Unternehmer lockte, da die Anlagen nicht rentabel wären. Dieser Begriff der Rentabilität im alten Sinne des Wortes wird aus den Erwägungen der die Übergangswirtschaft leitenden Faktoren vollständig eliminiert werden müssen. Man wird sich klar darüber werden müssen, daß die alte kritiklose Massenproduktion nach dem Kriege nicht wieder aufgenommen werden darf, daß vielmehr, sei die zu dem gewünschten Ende erforderliche Investition rentabel oder nicht, die unbedingten Lebenserfordernisse der Bevölkerung unter allen Umständen befriedigt werden müssen. Aufgabe dieser Faktoren wird es unter anderem eben sein, Mittel und Wege zu finden, um unserem Ackerboden das Maximum seiner Ertragsmöglichkeit abzuringen und mit den uns zur Verfügung stehenden Energievorräten so zu wirtschaften, daß wir nicht nur unsere Industrieanlagen in Betrieb halten, sondern auch Kohle für Beheizungszwecke übrig haben. Der Hauptgesichtspunkt für die Entscheidung über industrielle Schöpfungen muß künftighin durch das Ziel gegeben sein, nicht nur einen Unternehmergewinn abzuwerfen, sondern die Erwägung, ob sie dazu beitragen, jedem, auch dem ärmsten Staatsangehörigen die materiellen Mittel zu einem menschenwürdigen Dasein zu beschaffen. Die Aufgabe ist eine große, das im Kriege Geleistete berechtigt jedoch zu der Hoffnung, daß wir uns ihr gewachsen zeigen werden.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 8, S. 97; Heft 9, S. 107.

Techniker

gesucht.

Jüngerer Techniker für das Betriebsbureau einer großen elektrotechnischen Fabrik in Wien (Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren) zum sofortigen Eintritt **gesucht.** (Eigene Beamtenküche und Konsumverein). Zuschriften erbeten an die Geschäftsstelle d. Bl. unter **„WB 1820".** 1820

Elektroingenieur

Pole, für Lemberg gesucht, der über eine mindestens 2jährige Praxis in der Projektierung elektrischer Anlagen verfügt. Offerten mit Lebenslauf und Gehaltsansprüche an das Annoncen-Bureau von Sokołowski in Lemberg unter „Wiederaufbau" erbeten. 1815

Größeres Elektrizitätswerk

benötigt für die Installations-Abteilung mehrere tüchtige selbständige 1821

Monteure

zur Herstellung von Licht- und Kraftanlagen bei guten Lohnverhältnissen **zum sofortigen Eintritt.** Zuschriften sind zu richten an die Verw. d. Bl. unter „Nr. L. 1821".

Oberleitungs-monteur

für die Erhaltungsarbeiten der Fahrdrahtanlage einer größeren elektrischen Straßenbahn in Oberösterreich

für dauernd gesucht.

Anträge erbeten mit Anführung des Alters, bisheriger Verwendung u. Gehaltsansprüche unter **„Oberleitungsmonteur 1808"** an die Geschäftsstelle d. Bl. 1808

Straßenbahn-Werkmeister

für die elektrischen Bahnbetriebe Bozen (2 Straßenbahnen und 1 Bergbahn mit Zahnstange) **gesucht.** Bewerber, welche mit allen in elektr. Bahnbetrieben vorkommenden Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten sowohl der Fahrbetriebsmittel als auch der elektr. Einrichtungen und Fahrleitungen vertraut sind, werden gebeten, ihre ausführlichen Angebote an die **Direktion der Etschwerke, Meran, Tirol,** zu senden. 1801

Digitized by Google

Wien, 17. März **ANZEIGER** 1918 — Heft 11

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Montage von Aluminiumfreileitungen. Von Otto Öhm. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Montage von Aluminiumfreileitungen.

Von **Otto Öhm**, Linz a. D.

Über das Aluminium und dessen Verwendung an Stelle von Kupfer für Freileitungen ist vielfach berichtet worden. Die Eigenart des Aluminiums, vor allem seine Weichheit, bedingen bekanntlich eine sorgfältige Behandlung bei Verlegung und Verwendung für Freileitungen und bei Befestigung an den Isolatoren. Darüber gibt unter anderem ein Aufsatz über die Befestigungsart der Aluminiumseile für Freileitungen von der Firma Dr. Paul Holitscher & Cie. in Wien nähere Auskunft*).

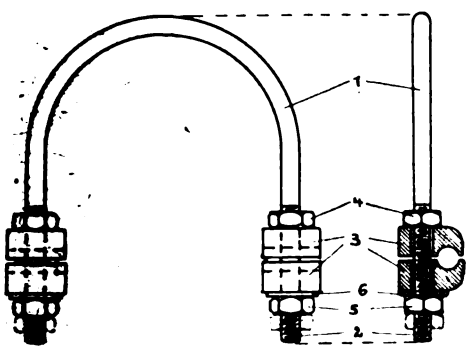


Abb. 1.

Anläßlich der Entkupferung einer 22 km langen Überlandleitung von 10 000 V beim Elektrizitätswerk in Linz entstand die Frage, wie das Aluminiumseil auf billige und gute Art an dem Isolator zu befestigen wäre.

Nach verschiedenen Versuchen wurde eine Befestigung in Form eines Bügels eingeführt, der einfach in der Herstellung ist, sich äußerst einfach montieren läßt, das Aluminiumseil nicht beschädigt und gute Haltbarkeit aufweist, somit allen Anforderungen, die an eine solche Befestigungsart gestellt werden, entspricht.

Der patentamtlich geschützte Bügel (Abb. 1) besteht aus einem Stahldraht 1, welcher an beiden Enden mit Gewinde 2 versehen ist und nach dem Gewindeschneiden in einer Biegevorrichtung, zum Hals der zur Verwendung kommenden Isolatorentype passend, gebogen wird. Das für die Klemmbacken notwendige Aluminium wird in geeigneten Profilstangen für den entsprechenden Seilquerschnitt gegossen, hierauf gebohrt und zuletzt in gleich langen Stücken (Klemmbacken) 3 abgeschnitten. Nach Aufschrauben der rückwärtigen Mutter 4 werden dann je zwei Stück Aluminiumklemmstücke 3, die Hohlkehlen einander zugewendet, durch das vorher gebohrte Loch auf die Drahtenden des Bügels aufgesteckt und sodann die zweite Mutter 5 aufgeschraubt. Zur Vermeidung einer Beschädigung ist zwischen Klemmbacken und Mutter eine Beilagscheibe 6 vorgesehen. Der Bügel ist somit fertig zur Montage. Da die Klemmbacken einander vollständig gleichen, ist eine Verwechslung ausgeschlossen und daher nur ein Profil des Aluminiumstabes notwendig.

Nachdem das Aluminiumseil, wie in dem vorgenannten Aufsatz ausführlich beschrieben, auf die Isolatoren gelegt und gespannt ist, wird der Bügel am Hals des Isolators angelegt, die beiden äußeren Muttern soweit zurückgeschraubt, bis die beiden Klemmbacken soweit auseinandergenommen werden können, daß das Seil bequem zwischen beide Klemmbacken gelegt werden kann. Liegt das Seil zwischen beiden Klemmbacken, so werden mittels eines Steckschlüssels die beiden äußeren Muttern wieder fest angezogen (Abb. 2). Die Montage erfolgt somit durch einige leicht auszuführende Handgriffe.

Über die Ausführung des Bügels wäre noch folgendes zu bemerken.

Das Gewinde wird am Stahldraht mittels einer Gewindeschneidmaschine soweit angeschnitten, daß die rückwärtige Mutter 4 (Abb. 1) soweit zurückgedreht werden kann, daß nach Aufstecken der Aluminiumbacken, Einlegen des Seiles und nach Anziehen der vorderen Befestigungsmuttern 5 eine Durchkröpfung des Aluminiumseiles eintritt, was aus Abb. 2 zu ersehen ist. Um ein Loslösen der äußeren Mutter zu vermeiden, kann noch eine Kontremutter angebracht werden. Die zu befürchtende Elementbildung zwischen dem Aluminiumseil und anderen Metallen, also in unserem Falle Aluminium und Eisen, tritt nicht ein, da eine Berührung des Seiles mit dem Stahlbügel durch die angeführte Konstruktion ausgeschlossen ist. Eine Beschädigung des Aluminiumseiles kommt ebenfalls nicht in Betracht, sondern es tritt nach erfolgter Montage nur eine durch das Eigengewicht des Seiles bedingte, sanfte Durchbiegung ein. Die Verwendung eines Steckschlüssels ist deshalb vorzuziehen, damit beim Abrutschen eines Schraubenschlüssels von den Muttern, eine Beschädigung des Isolatorentellers vermieden wird. Um ein Rosten des Stahldrahtes zu verhindern, wird derselbe nach dem Gewindeschneiden und eventuell erst nach erfolgter Biegung verzinnt, ebenso die Muttern und Beilagscheiben. Nach beendigter Montage am Isolator werden dann die Klemmbacken, Muttern und Beilagscheiben mit einem gegen atmosphärische Einflüsse unempfindlichen Lacküberzug (Cellonlack) versehen.

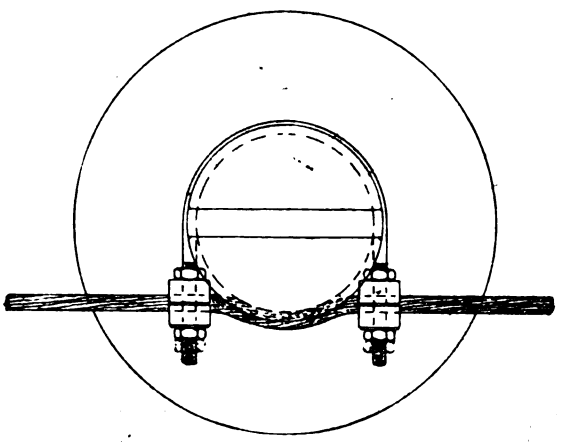


Abb. 2.

Wie aus vorstehendem zu ersehen, ist sowohl die Herstellung des Befestigungsbügels, ebenso die Montage eine sehr einfache und solide und ist der Kostenpunkt der Herstellung und Montage im Verhältnis zu anderen Befestigungsarten ein äußerst niedriger. Weiters ist zu berücksichtigen, daß die Montage des Bügels durch gänzlich ungeschulte Arbeiter, leicht und sicher auszuführen ist, was bei dem heutigen Mangel an geschulten Arbeitskräften besonders zu berücksichtigen ist.

Der Befestigungsbügel ist, wie bereits erwähnt, für eine 10 000 V-Leitung bei Spannweiten von 80 m beim Elektrizitätswerk in Linz bereits mit Erfolg zur Anwendung gekommen. Mit Erfolg deshalb, weil gelegentlich des Abbrennens eines Seiles von 35 mm² Querschnitt infolge Zusammenschlagen durch heftigen Sturmwind mit einem noch vorhandenen Kupferleiter bei einer Spannweite von mehr als 80 m in den dem gerissenen Spannfelde benachbarten, keine Vergrößerung des Durchhanges nachzuweisen war, trotzdem diese ebenfalls Spannweiten von 75 bis 80 m aufzuweisen hatten. Die beiderseits des abgebrannten Spannfeldes nunmehr als Abspannbügel in Verwendung stehenden Befestigungsbügel, wiesen keinerlei seitliche Verdrehung am Isolatorhals auf, was die gute Haltbarkeit der neuen Befestigungsbügel nochmals beweist.

*) E. u. M. 1918, Aus., Hefte 1 und 2.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Ausländischer Einfluß in der Schweizerischen Elektrizitätsindustrie. In der Schweizer Tagespresse und im Auslande wurden übertriebene Gerüchte über den Einfluß deutschen Kapitals in der Schweizer elektrischen Industrie verbreitet, die den Schweizer Elektrotechnischen Verein veranlaßt haben, durch eine fachkundige und streng objektive angesehene Persönlichkeit, Herrn Dr. E. Tissot, Direktor der Schweizerischen Eisenbahnbank in Basel, die Verhältnisse genau untersuchen zu lassen und die Ergebnisse zu veröffentlichen.

Diese Studie des Genannten hat im Lande bedeutendes Aufsehen erregt und ist in politischen und wirtschaftlichen Kreisen viel besprochen worden. Sie ergab, daß ein gewisser deutscher Kapitalseinfluß in der elektrochemischen und elektro-metallurgischen Industrie vorhanden ist, auf dem Gebiete der eigentlichen Elektrizitätswerke allerdings in äußerst geringem Maße. Derselbe ist durch die Verhältnisse des Krieges aber auch stark zurückgedrängt worden, da vielfach die Schweizer Kapitalisten während des Krieges Aktien zurückgekauft und den ausländischen Einfluß damit ausgeschaltet haben. Übrigens hat umgekehrt schweizerisches Kapital auch

in ausländischer Elektroindustrie stark mitgewirkt. An der Ausfuhr elektrischer Energie hat die Schweiz ein wirtschaftliches Interesse, da in manchen Fällen der Bau und die Rentabilität der betreffenden Werke sonst gar nicht möglich gewesen wäre. Übrigens wurden Ausfuhrbewilligungen stets nur kurzfristig erteilt. Insgesamt bezog bis Ende Oktober 1917 Italien und Frankreich 71 306 PS, Deutschland 55 617 PS. Von Kraftwerken ist folgendes zu bemerken:

Olten-Aarburg A. G., Olten und Olten-Gösgen sowie Beznau-Löntsch und Augst stehen vollständig außerhalb der Kontrolle der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und der Siemens-Konzerne. Das Kapital ist fast durchwegs in schweizerischen Händen, die Lieferung erfolgt vorwiegend ins Inland, soweit sie nach Frankreich und Deutschland ausgeführt wird, in nahezu gleichen Mengen nach beiden Ländern. In der Olten-Aarburg A. G. sitzen 11 Schweizer und 2 Deutsche, in den Kraftwerken Beznau-Löntsch nur Schweizer. Das Beznau-Löntsch-Werk exportiert überhaupt nicht.

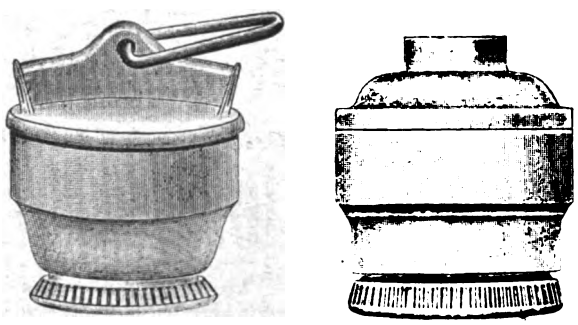
Die Kraftübertragungswerke Rheinfelden sind ein deutsches Unternehmen und stehen unter deutscher Kontrolle, liefern jedoch den Strom in vertragsmäßig gleichen Mengen nach beiden Ländern. Von den Aktien der A. G. Kraftwerke Laufenburg, in deren Verwaltungsrat 9 Schweizer und 11 Deutsche sitzen, befinden sich zirka 60% in deutschen Händen. Die Kraft wird auch annähernd gleichteilig an die Uferstaaten abgeliefert.

Von den elektrometallurgischen Unternehmungen ist die bedeutendste die Aluminium-Industrie A. G., Neuhausen, in deren Verwaltungsrat die deutsche Hochfinanz vertreten ist, doch stehen 9 Schweizern 5 Vertreter der Zentralmächte gegenüber. Der Anteil der Schweiz war schon vor dem Kriege stark, ist aber indessen durch Rückkauf von Aktien bei günstigem Kurse noch gewachsen. Von der gesamten Leistung von 96 000 PS arbeiten rund 17 000 PS auf dem Boden der Zentralmächte, welche ausschließlich das Rohmaterial hergeben und dafür den Hauptteil der Produktion erhalten. Auch im Elektrizitätswerk Lonza A. G., Basel, ist der Einfluß des Schweizer Kapitals, welches 6 Aufsichtsräte gegen 3 Deutsche stellt, der maßgebende. Alle Kraftwerke, deren Leistung vorderhand 60 000 PS beträgt, liegen auf Schweizer Gebiet, in Deutschland die Werke Waldshut und Spremberg. In Frankreich hat die Gesellschaft bedeutend stärkere Interessen als in Deutschland, doch werden 60 bis 65% der Erzeugung nach den Zentralmächten ausgeführt. Einige private bayerische und österreichische Kapitalisten sind an den Werken beteiligt, jedoch kein Mitglied der deutschen Hochfinanz oder elektrischen Konzerne. An den Gotthardwerken für elektrochemische Industrie, Bodio, ist zur Hälfte die Schweizer A. G. „Motor" und zur anderen Hälfte eine deutsche Interessengruppe beteiligt, die jedoch weder der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, noch den Siemens-Schuckert-Werken nahesteht. Ein großer Teil der Produktion geht nach Deutschland und Österreich. Dagegen arbeiten wieder andere elektrochemische und metallurgische Unternehmungen, besonders westschweizerische, mit einer Gesamtleistung von annähernd 43 500 PS ausschließlich für die Entente. Insgesamt arbeiten für diese 114 000 PS, für die Zentralmächte 165 000 PS, doch ist ein neues Werk in Tessin und eines an der französisch-schweizerischen Rhône mit zusammen 23 750 PS im Bau, wodurch die nach Frankreich ausgeführte Energie fast 140 000 PS erreichen wird.

Von der Maschinenindustrie stand die Firma A. G. Escher, Wyss & Cie. jahrelang unter direktem deutschen Einfluß (Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft-Lahmeyer). Während des Krieges hat jedoch ein Schweizer Konsortium fast sämtliche Aktien zurückgekauft und die Firma dadurch

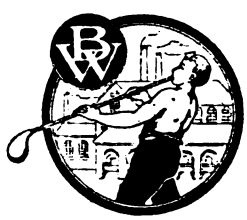
Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

KRAMER & LÖBL, SCHLAG bei GABLONZ a. N.
Fabrik elektrotechn. Artikel.
PORZELLAN-FASSUNGEN
mit und ohne Aufhängehaken.



Nr. 0364. Offerte freibleibend. Nr. 0362.

DIE ALUMINIUMLOTE
Alufix, Magnalot, Alufer, Tachylot, Alulot und Duralot sind die einzigen Aluminiumlote, die an der Lötstelle eine Legierung der Metalle und daher eine unlösbare Verbindung herbeiführen.
(Patente ang. Wortmarken geschützt.)
Aluminiumlotwerke Alfred Hamburger,
Wien, VII. Siebensterngasse 1.



Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Digitized by Google

völlig unabhängig gemacht. Im Aufsichtsrat sitzen neben 10 Schweizern nur noch 2 Deutsche, von denen der eine auch Direktor der Züricher Bank für elektrische Unternehmungen ist.

Das Aktienkapital der A.-G., Brown-Boveri & Cie., Baden, ist überwiegend, der Verwaltungsrat ausschließlich schweizerisch. Der Versuch der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, in der Gesellschaft Einfluß zu gewinnen, ist mißlungen, der frühere Verwaltungsrat W. Rathenau wieder ausgeschieden. Das in der Badener Firma arbeitende deutsche Geld dürfte wesentlich geringer sein, als das von der Firma in Deutschland und Österreich untergebrachte Kapital. —*n.*

Zentralverband der deutschen Elektrotechnik. Unter diesem Namen wurde, wie der „B. B. C." mitteilt, am 5. d. ein neuer Verband ins Leben gerufen, dem alle fabrizierenden Firmen der Elektrotechnik angehören sollen. Eine einheitliche Vertretung der wirtschaftlichen Interessen der deutschen Elektrotechnik bestand bisher nicht. Während des Krieges war eine lose Vereinigung in dem Kriegsausschuß der deutschen Elektrotechnik gebildet worden, die nun im Zentralverband eine dauernde Form gefunden hat.

Anlagen und Projekte.

Kriml. Eine Wiener Firma hat vor kurzer Zeit das am zweiten Wasserfall in Kriml gelegene Touristengasthaus mit der Absicht erworben, durch Hinzukauf weiterer Gründe die Grundlage für eine industrielle Ausnutzung der bekannten Krimler Wasserfälle zu schaffen.

Ujpest. Der Ganzschen Elektrizitäts-A.-G. wurde die Bewilliung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für eine elektrische Lokalbahn vom innerstädtischen Gebiete von Ujpest durch das Stadtgebiet von Vácz bis Nagymaros erteilt.

Szolnok. Der Ganzschen Elektrizitäts-A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für eine elektrische Lokalbahn in Szolnok erteilt.

Muraszombat. Die Stadtgemeinde beabsichtigt die Wasserkräfte der Mura auszunutzen. Die Gründung eines Elektrizitätswerkes soll von zwei Finanzinstituten in Muraszombat finanziert werden. Die elektrische Kraft würde nicht nur für die Beleuchtungszwecke von Muraszombat dienen, sondern es ist auch der Ausbau der zwei elektrischen Bahnen von Muraszombat nach Körmend und von Alsolendva nach Radkersburg in Erwägung gezogen.

Kunszentmiklós-Tass. Dem Grundbesitzer Josef Grafen Teleki in Budapest wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer elektrischen Lokalbahn von der Station Kunszentmiklós-Tass über Kiskunlaczháza bis zur Station Dunaharaszti erteilt.

Firmennachrichten.

Böhmisch-mährische Elektrotechnische Werke Fr. Křižik A.-G., Prag-Karolinenthal. Das Ministerium hat nunmehr die Errichtung obiger A.-G., über die wir bereits im Vorjahre, „Anz.", Seite 249 und 288, berichteten, genehmigt.

Oberösterreichische Wasserkraft-Ges. m. b. H., Linz. Höhe des Stammkapitals K 500 000. Geschäftsführer ist Franz Scheinig, Direktor der Tramway- und Elektrizitätsgesellschaft Linz-Urfahr.

Vereinigte Glühlampen- und Elektrizitäts-A.-G., Ujpest. Die Gesellschaft hat sämtliche Aktien der Glühlampenfabrik „Watt" A.-G. aus dem Besitze der Länderbank erworben. Desgleichen hat sie vor einiger Zeit die Fabrik der Ungarischen Glashüttenwerke Josef Inwald A.-G. in Neuantonstal käuflich an sich gebracht. Ferner hat sie zur Sicherung des Verbrauches an Packmaterial an den Wellpappenwerken der

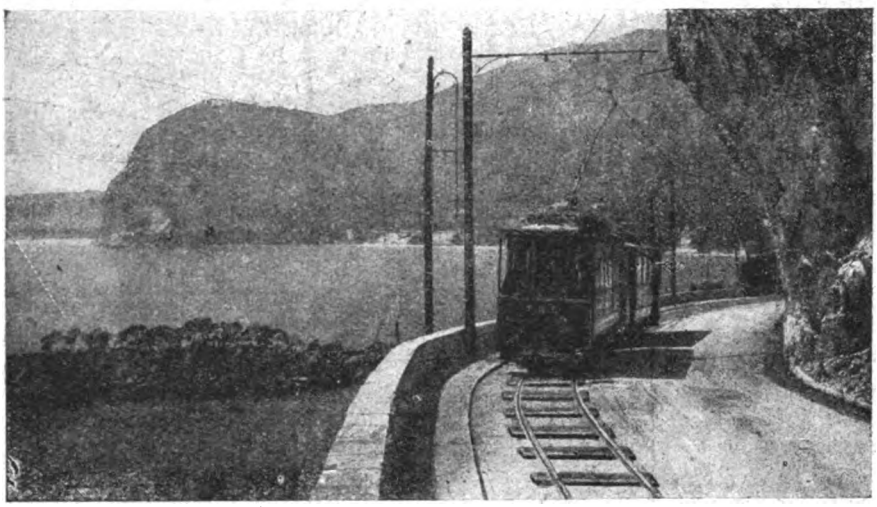
·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.

·HIW·



·HIW·

Masten Schwellen

imprägniert

(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)

kyanisiert

(System Kyan).

·HIW·

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

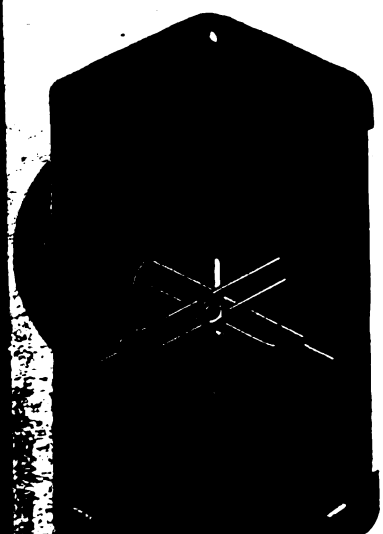
passend zu sämtlichen Zählertypen.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

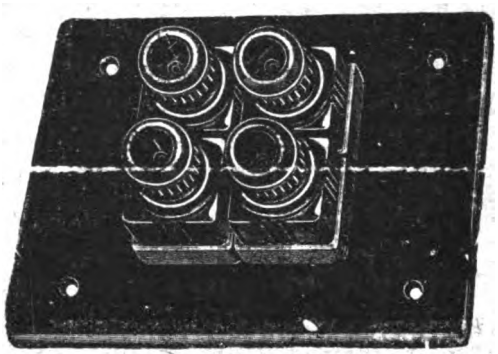
sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN



Öst. Patent Nr. 71.065.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Digitized by Google

Gebr. Nemenyi in Erzsebetfalva kommanditarisch Interesse genommen.

Elektrizitäts-A.-G. vorm. Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M. Eine demnächst stattfindende außerordentliche Generalversammlung soll über die Erhöhung des Aktienkapitals um 10 Mill. auf 40 Mill. Mark beschließen.

Elektro-Material, Zürich. Die Gesellschaft hat eine neuerliche Kapitalserhöhung vorgenommen. Das Grundkapital beträgt jetzt Fr. 250 000.

Aktieselskab Accumulatorenfabrikken, Kopenhagen. Unter dieser Firma wird mit einem Kapital von 1 Mill. Kronen eine neue Gesellschaft gegründet, die die dortigen Unternehmungen der Deutschen Accumulatorenfabrik Berlin-Hagen übernimmt.

L'Energie Electrique, Rhône et Jura, Paris. Unter dieser Firma ist in Paris unter Mitwirkung der „Union-Electrique" eine Aktiengesellschaft mit 6 Mill. Francs Kapital gegründet worden.

Ligurische u. Toskanische Elektrizitäts-Ges., Livorno. Diese Gesellschaft, eine Gründung der Schuckert-Gesellschaft, erhöht ihr Kapital von 30 auf 60 Mill. Lire.

□ Fusion französischer Gesellschaften. Der „Temps" bringt die Mitteilung, daß der Verwaltungsrat der „Compagnie française Thomson-Houston" und jener der „Eclairage électrique" vorbehaltlich der Genehmigung der einzuberufenden Generalversammlung die Fusion dieser beiden Gesellschaften beschlossen hat, Die „Eclairage électrique" wird in die Compagnie Thomson-Houston aufgehen. Es wird im Zusammenhange mit dieser Transaktion seitens der Firma Thomson-Houston eine bestimmte Anzahl neuer Aktien aufgelegt werden. Diese erste Kapitalserhöhung soll auch hauptsächlich dazu dienen, daß ziemlich ausgedehnte Arbeitsprogramm der Gesellschaft zur Ausführung zu bringen, besonders im Hinblick auf die Entwicklung der elektrischen Industrie und auf die zu erwartende Elektrifizierung der Vollbahnen. Eine weitere Ausgabe neuer Aktien ist in Aussicht genommen. Das gegenwärtige Kapital der Thomson-Houston-Ges. beträgt 60 Mill. Francs und wird auf 120 Mill. Francs gebracht werden. Auf je drei alte Aktien sowohl der Thomson-Houston-Ges. als auch der Eclairage électrique wird eine neue Aktie entfallen. Für das abgelaufene Geschäftsjahr 1917 wird eine Dividende von Fr. 40 pro Aktie in Aussicht genommen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Hohenfurther elektrische Lokalbahn. Dem Geschäftsberichte zufolge betrugen die Einnahmen für 1916 K 255 312, denen Gesamtausgaben in der Höhe von K 126 646 gegenüberstehen. Abzüglich Zinsen und einschließlich des Gewinnvortrages vom Vorjahre ergab sich ein Gewinn von K 8941 gegen K 4395 im Vorjahre.

Brünner elektrische Straßenbahn. Dem verspätet erschienenen Geschäftsberichte zufolge betrugen die Einnahmen für 1916 K 2 711 826, denen Ausgaben in der Höhe von K 2 064 262 gegenüberstehen. Abzüglich Abschreibungen ergab sich ein Reingewinn von K 608 626 gegen K 500 514 i. V. An Dividende wurden 4% gegen 3·5 i. V. verteilt.

Budweiser Kleinbahnen. Die Einnahmen für 1916 betrugen K 207 400, den K 67 689 an Ausgaben gegenüberstehen.

Krakauer normalspurige Kleinbahnen. Die Einnahmen für 1916 betrugen K 1 349 216, die Betriebsausgaben K 763 710. Abzüglich der Verwaltungskosten und Zinsen verbleibt ein Reingewinn von K 128 569 gegen einen Verlust von Kronen 122 675 i. V.

Elektrizitäts-A.-G. vorm. Kolben & Co., Prag. In der kürzlich stattgefundenen Verwaltungsratssitzung wurde beschlossen, der am 18. d. M. stattfindenden Hauptversammlung eine Dividende von K 40 (10%) gegen 9·5% i. V. vorzuschlagen.

Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen. Der Reingewinn für 1917 ist abermals gestiegen und beträgt 19·81 Mill. Franken.

Kohlepapier und Farbbänder

für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei

Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

EMEM-Treibriemen aus Draht mit Papierfilzbelag

übertrifft die Lederriemen an Adhäsion und Reißfestigkeit, eignet sich hervorragend für leichte, schwere und schwerste Antriebe. Viele tausend Meter im Gebrauch.

Ostrau-Witkowitzer Eisen- und Drahtwarenfabriken

Emil Mücke & Hugo Melder, Witkowitz i. M.

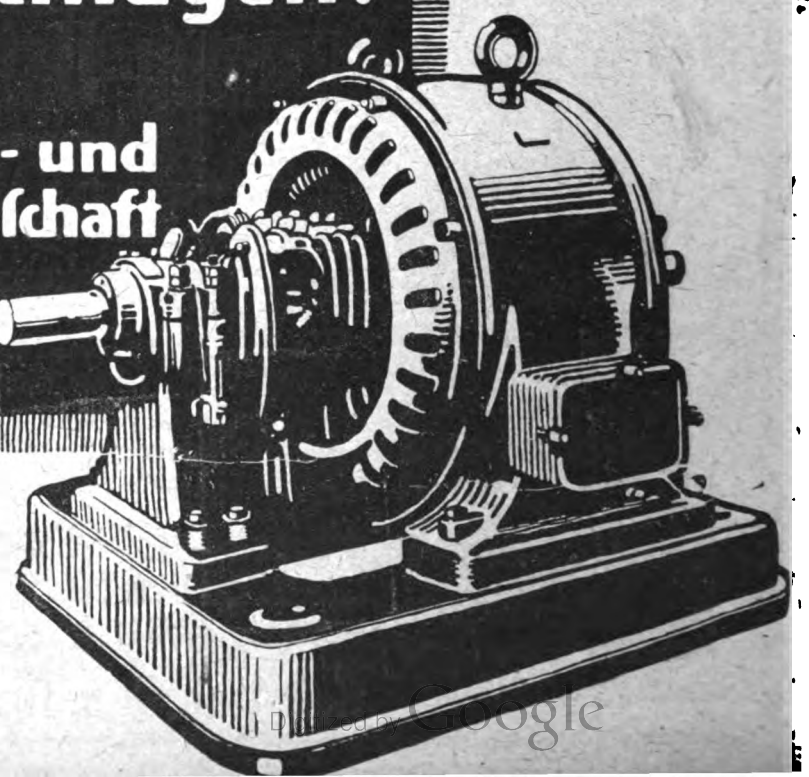
Elektrische Maschinen

aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft

Müglitz

in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**

Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:

Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.

Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

Wien, 24. März **ANZEIGER** 1918 — Heft 12

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Welttelegraphen- und Welttelephonstatistik 1915. Von Hans v. Hellrigl. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen und Projekte. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. Metallbericht.

Welttelegraphen- und Welttelephonstatistik 1915*).

Von **Hans v. Hellrigl**, Innsbruck.

Der fortdauernde Weltkrieg hat in die letzte vom Berner Bureau zusammengestellte Telegraphen- und Telephonstatistik 1915 bedeutend größere Lücken gerissen, als in der Statistik für 1914**). Ebenso liegen auch von anderen Seiten weniger statistische Angaben zur Benutzung vor, welche in die nachstehende Zusammenstellung Aufnahme finden konnten, wie unter anderen die betreffenden Angaben aus dem Jahresberichte der „American Telephone and Telegraph Company" für 1915, worüber bereits im besonderen berichtet wurde***).

Es fehlen somit in erster Linie die meisten kriegführenden europäischen Staaten (Deutschland, England Frankreich, Ungarn, Rumänien usw.) und erscheinen verhältnismäßig mehr außereuropäische Länder (Argentinien, Brasilien, Japan, Südafrika-Union usw.) aufgenommen, im Vergleiche zu früher, namentlich seit Anfang dieses Jahrhunderts.

Bekanntlich veröffentlicht das Berner Bureau alljährlich die Statistik im „Journal telegraphique". Das „Journal" steht jetzt im 49. Jahrgang, die letzte Telegraphenstatistik ist die 45. und die letzte Telephonstatistik die 30. seit der halbwegs vollständigen des Jahres 1887.

Bei dieser Gelegenheit soll daran erinnert werden, daß vor 40 Jahren (Oktober 1877) die ersten praktisch brauchbaren Telephone vom Amerikaner Graham Bell nach Europa kamen und zur Ansicht in gemeinfaßlich gehaltenen Vorträgen verbunden mit Versuchen im kleinsten Maßstabe in einer Reihe größerer Städte vorgeführt, überall als Wunderdinge angestaunt wurden. Der „Sprechtelegraph", wie das Telephon anfänglich von mehreren Seiten auch genannt wurde, ist dann in Deutschland als „Fernsprecher" getauft*) vom damaligen Generalpostmeister v. Stephan sofort von staatswegen im Berliner Haupttelegraphenamte mit sehr günstigen Ergebnissen versucht worden und zuerst den Telegraphen an die Seite gestellt, als neues äußerst zweckmäßiges Verkehrsmittel zur Beförderung von Telegrammen im Nahverkehre in Verwendung gekommen; dem folgte verhältnismäßig bald mit der Entwicklung von Ortsnetzen die ähnliche Einführung der telephonischen Auf- und Abgabe von Telegrammen im Ortsverkehre.

In der Tab. I erscheinen Prozentanteile (an Stelle absoluter Zahlenangaben) der Kabeldrähte, der öffentlichen Sprechstellen und der ausländischen Telegramme*) eingesetzt, worauf hiemit im vorhinein aufmerksam gemacht wird. Dasselbe ist zur Tab. II zu bemerken, worin die Prozentanteile der Bruttoeinnahmen vom ausländischen Telegraphenverkehr und vom Sprech-Fernverkehre sowie die auf Telegraph und Telephon entfallende Einnahmeanteile in Prozenten zur

*) „Journal telegraphique" 1917, Nr. 5, 7, 9 und 10.

**) Vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger, Heft 3, Seite 21.

***) Vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger, Heft 25, Seite 197.

*) Bertold Auerbach soll geraten haben, das alte Stammwort „Hift", das in dem Hifthorn der Jäger heute noch vorkommt, im Telephon oder Fernsprecher wieder aufleben zu lassen, worüber in einem Artikel „Sprachliches zur drahtlosen Telegraphie" Dr. Otto Sarrasin in der Zeitschrift für Post und Telegraphie (Nr. 21, 1917, Wien) berichtet.

*) Betreffs ausländischer Ferngespräche mangeln zumeist Angaben und bedarf in dieser Hinsicht die Statistik einer wünschenswerten Ergänzung.

Tab. I. Entwicklungsstand — Drahtlänge, Sprechstellen — am 1. Jänner 1916; Verkehrsergebnisse im Jahre 1915.

*) 31. März 1916 **) 30. Juni 1915 ***) 30. Juni 1916 S = Staats- P = Privat- G = Gemeinde- } Telephon	Telegraph		Telephon- Ortsnetze		Telephon- Fernlinien		Telegraph		Telephon	
	Drahtlänge in km a)						Anzahl der b) Sprechstellen		c) Telegramme	Orts-Gespräche / Fern-Gespräche
	Tausend								Millionen	
		%		%		%		%		
Argentinien P	264·7	0·6			470·1	66·4	70·9	1·6	11·230	15·5	215·302	6·444
Bosnien und Herzegowina S	11·2	0·05	1·8	—	3·2	—	1·3	6·6	0·966	53·5	1·603	0·177
Brasilien S und P	67·3	1·6			177·6		39·2	—	5·829	2·3	—	—
Bulgarien S	—	—	13·0	19·8	10·7	—	4·4	2·0	—	—	10·869	0·279
Ceylon S und P	10·6	—	13·3	85·7	0·7	—	2·4	1·8	1·308	25·7	5·269	0·050
China (1914) S und P	90·6	—			152·8		27·0	—	1·903	—	—	—
Dänemark*) S und P [1]	13·6	8·9	498·8	69·5	129·0	14·3	157·9	2·5	4·773	70·0	244·275	66·122
Island S	gemeinsam:				5·8	2·0	1·3	13·6	0·100	40·0	—	0·209
Italien**) S und P	287·1	2·2	—	—	—	—	—	—	31·445	13·4	—	—
Japan*) S [1]	—	—	821·0	58·0	153·6	2·2	255·5	2·1	—	—	1275·667	23·485
Luxemburg S	2·4	2·6	5·2	60·8	2·3	2·0	4·2	9·8	0·390	69·7	2·978	0·385
Neu-Seeland S [1]	78·1	1·0	204·9	—	[1]	[1]	59·0	—	10·837	2·3	—	—
Niederlande S, P und G [1]	42·1	11·6	308·0	91·4	99·0	6·0	104·6	2·5	8·577	49·6	208·300	9·838
Niederländisch Indien S und P	34·6	29·4	127·1	41·0	11·7	—	17·0	1·4	1·951	23·0	37·702	0·390
Norwegen***) S und P	24·0	11·0	254·3	53·7	125·2	8·1	100·2	5·3	5·840	32·2	243·561	13·646
Österreich S	**259·2**	**3·8**	**524·6**	**69·3**	**86·8**	**3·3**	**169·7**	**2·6**	**22·599**	**21·6**	**376·697**	**7·169**
Rußland S und P	864·6	0·6	818·5	71·0	18·0	1·9	219·7	0·4	46·439	6·8	1314·124	13·700
Schweden S und P [1]	65·8	5·4	882·8	—	196·9	7·7	271·8	3·7	7·005	58·0	325·828	23·505
Schweiz S	28·2	19·9	357·1	77·7	72·6	13·4	97·8	2·3	5·639	69·0	55·893	15·068
Siam*)	10·0	0·1	—	—	—	—	—	—	0·468	38·4	—	—
Spanien S und P	105·3	5·6	—	—	—	—	37·1	2·8	7·723	21·5	—	—
Südafrika (Union) S	—	—	126·4	44·8	47·2	—	32·1	7·3	—	—	59·374	2·703
Türkei P	—	—	26·6	85·1	—	—	4·2	1·4	—	—	5·158	—
Tunis S	10·2	0·8	5·3	40·4	8·9	1·4	2·9	7·3	1·312	58·0	0·992	0·439
Uruguay P	3·8	—			43·5		14·0	—	0·610	35·0	—	—

Bemerkungen: Die Prozentzahlen beziehen sich ad a) auf Kabeldrähte; ad b) auf öffentliche Sprechstellen einschließlich Zentralen; ad c) auf den ausländischen Verkehr; — Telephondaten von Brasilien und Uruguay beziehen sich auf 1. Jänner 1914 und die von der Türkei nur auf Konstantinopel. —

[1]) **Dänemark:** mit Farör Inseln (9); die Prozentsahlen ad a) (Fernlinien) beziehen sich nur auf S (28 132 km); dagegen ad a) (Ortsnetze) nur auf P (493 589 km); —

Japan: mit Chosen, Formosa, japanisch Sachalin und japanische Linien in der Mandschurei; —

Neu-Seeland: Fernlinien in den Telegraphendrähten inbegriffen; —

Niederlande: Fernlinien ausschließlich S; an diese haben 7181 Teilnehmer direkten Anschluß, auch in Orten ohne Ortsnetz; —

Schweden: die Prozentsahl ad a) (Telegraph) bezieht sich nur auf die staatlichen Drähte (85 000 km) ohne Bahnlinien und die Anzahl der Gespräche nur auf S; —

Uruguay: Telegraphenlinienlänge.

Digitized by Google

Darstellung kommen. Es soll damit ein erleichterter und zugleich rascherer Überblick über die in den einzelnen Ländern ausgebauten Kabelanlagen, Zugänglichkeit des Sprechverkehres, des ausländischen im Verhältnis zum Gesamttelegraphenverkehre und ebenso der Einnahmen daraus, gleichwie des Sprech-Fernverkehres, zu gewinnen sein.

Der Krieg macht sich vornehmlich wieder, wie bereits im Jahre 1914 sofort zu Tage trat, beim Telegraphen bemerkbar, in teils hemmendem, teils förderndem Einflusse, mit Umwandlungen oder Verschiebungen des Verkehres verbunden, wovon der ausländische Verkehr naturgemäß am meisten betroffen erscheint. So zeigt sich in dieser Beziehung der größte Gegensatz zwischen den neutralen Ländern, Dänemark und der Schweiz, mit 70 und 69% ausländischen Telegrammen, gegen nur 6·8 und 13·4% in den kriegführenden Staaten Rußland und Italien. Im ausländischen und Transit-Telegraphenverkehre Dänemarks wurden 83 Mill. Worte mehr befördert als 1914 mit nur 9 Mill. Worte mehr als 1913; von der Schweiz werden besonders Kriegsnachrichten an das Ausland weitergegeben, da sowohl der direkte Transit-Telegraphenverkehr als auch der ausländische Telephonverkehr nahezu vollständig eingestellt war. In den Niederlanden haben die Transittelegramme stark abgenommen, ebenso der Verkehr mit Belgien und Rußland, weniger mit Frankreich und England, dagegen ist der Verkehr mit Deutschland und besonders stark (118%) mit Österreich gestiegen. Im stark steigenden Verkehre mit Deutschland hat sich der im Laufe des Jahres 1915 neu zur Verwendung gelangte Schnelltelegraph von Siemens auf der Linie Amsterdam—Berlin sehr gut bewährt. In Schweden zeigt der Auslandsverkehr eine Zunahme bis zu 33% gegen nur 10% des inneren Verkehres mit einer Steigerung der Einnahmen bis 95% gegen nur 13% beim inneren Verkehr.

Was den Telephonverkehr betrifft, so zeigt der innere Fernverkehr fast in allen Ländern eine bemerkbare Zunahme, besonders in Rußland eine auffallend große um 57% gegen 22% Abnahme im Jahre 1914; er bleibt jedoch immer noch mit 13·7 gegen 66·1 Mill. Ferngesprächen im Jahre 1915 in Dänemark sehr weit zurück, weniger in Schweden, Japan und in der Schweiz; der Fernverkehr hat sich überhaupt, trotz der

Tabelle II. Relativzahlen zu der Tabelle und Finanzielles mit Prozentzahlen.

Länder, rangiert nach der relativen Dichte der Telephonanlagen	Einwohnerzahl	Es entfallen (entfällt) auf 100 Einwohner a)			Telegraph		Telephon		Es entfallen von den Einnahmen auf c)	
		Telegraph	Telephon		Einnahmen (Brutto) b)				Telegraph	Telephon
	Millionen	Kilometer Draht		Sprechstellen	Millionen Frank	%	Millionen Frank	%	in Prozenten	
1. Dänemark	2·921	0·47	21·49	5·41	6·536	75·5	18·667	20·8	25·7	74·3
2. Neu-Seeland	1·074	7·27	19·08	5·50	13·741	22·7	7·189	—	65·6	34·4
3. Schweden	5·713	1·15	18·89	4·75	8·378	70·8	25·869 S	49·3	24·5	75·5
4. Norwegen	2·392	1·00	15·95	4·19	9·599	48·5	12·104	57·3	44·7	55·3
5. Schweiz	3·753	0·75	11·45	2·61	5·961	74·2	15·918	33·8	27·2	72·8
6. Niederlande	6·449	0·65	6·31	1·62	9·783	46·3	8·094 S	88·5	54·7	45·3
7. Argentinien	7·979	3·32	5·89	0·89	26·223	53·0	21·567	—	45·1	54·9
8. Luxemburg	0·262	0·91	2·86	1·60	0·205	75·0	0·373	7·6	35·5	64·5
9. Südafrika (Union)	6·120	1·49	2·84	0·53	—	—	8·908	22·3	59·5	40·5
10. **Österreich**	28·572	**0·91**	**2·14**	**0·60**	**18·336**[1])	**33·4**	**27·772**[1])	**28·1**	**39·8**	**60·2**
11. Uruguay	1·316	0·29	2·00	1·06	1·066	—	—	—	22·2	77·8
12. Japan mit Chosen, Formosa usw.	73·357	0·36	1·33	0·35	—	—	46·566	23·7	42·0	58·0
13. Italien	36·120	0·79	0·86	0·26	26·794	30·4	—	—	42·4	57·6
14. Tunis	1·926	0·53	0·74	0·15	0·748	60·0	0·279	80·0	72·9	27·1
15. Brasilien	25·600	0·26	0·69	0·15	16·686	10·8	—	—	72·9	27·1
16. Spanien	20·027	0·52	0·51	0·18	9·309	29·0	10·849 P	—	46·2	53·8
17. Ceylon	4·106	0·25	0·49	0·06	0·822	38·2	0·406	—	66·9	33·1
18. Rußland	178·379	0·48	0·47	0·12	—	—	15·964 S	—	63·7	36·3
19. Bulgarien	5·100	0·37	0·46	0·09	—	—	0·698	34·3	83·0	17·0
20. Niederländisch-Indien	37·717	0·09	0·37	0·04	4·836	30·7	6·866	25·0	41·3	58·7
21. Bosnien und Herzegowina	1·898	0·60	0·26	0·07	1·404	17·2	0·353	50·0	79·8	20·2
22. Island	0·085		6·82		0·180	48·0	0·224	100	44·5	55·5
23. Siam	7·561	0·13	—	—	1·479	—	—	—	—	—

Bemerkungen: Einige Relativzahlen ad *a*) ebenso einige Prozentzahlen ad *c*) stammen vom Jahre 1914 oder 1913 her, und zwar bei den Ländern, wo die Angaben für 1915 lückenhaft sind; die Prozentzahlen ad *b*) beziehen sich betreffs Telegraph auf den ausländischen Verkehr und betreffs Telephon auf den Fernverkehr. — [1]) ad Österreich: Einnahmen in Kronen (vgl. auch E. u. M. 1918, Heft 5).

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

S. SCHÖN, WIEN
Telegramm-Adresse
„Elektroschön Wien“ A. B. C. & Staudt & Hundius Codes used.
Fernsprecher: 88005, 36454, 37579 und 30464.
VII/3, Burggasse 58
Konto:
K. k. priv. Allgemeine Verkehrsbank Wien.
Österr. Postspark. Nr. 6052.
Ungar. Postspark. Nr. 21305.
Lieferung wissenschaftlicher und elektrotechnischer Meßinstrumente u. -Apparate sowie sämtl. elektrotechn. Bedarfsartikel.
Filiale in BUDAPEST VI. Podmaniczky utca Nr. 27.
Ingenieurbesuch und Offerte kostenlos.

wenig günstigen wirtschaftlichen Lage und der teilweisen Gebührenerhöhungen, wie in der Schweiz, lebhafter gestaltet, wogegen der Ortsverkehr ein verschiedentliches Bild zeigt.

Im Ausbaue der Telegraphen- und Telephonanlagen ist ein gewisser Stillstand infolge des Krieges oder ein verhältnismäßig geringerer Zuwachs an Drahtlänge zu bemerken; beim Telephon zeigt sich aber auch im Jahre 1915 in Argentinien, in den Niederlanden und in den drei nordischen Ländern Europas eine regere Bautätigkeit mit 15 bis 22% Zuwachs an Drahtlänge von Ortsnetzen und Fernlinien zusammen. Der Anteil der Kabelanlagen beim Telegraphen erscheint am höchsten mit 29·4 und 19·9% in Niederländisch-Indien und in der Schweiz, beim Telephon betreffs Ortnetze mit 91·4 und 85·7% in den Niederlanden und in Ceylon und betreffs Fernlinien mit 14·3 und 13·4% in Dänemark und in der Schweiz. Es dürfte an dieser Stelle im besonderen erwähnenswert sein, daß in Schweden von den S-Vororts- und Fernleitungen 13% zum Doppelsprechen (mit Kunstkreisen) und 6% zur gleichzeitigen Telegrammbeförderung dienten, ferner daß 16 neue Pupinleitungen mit 2845 km Länge in den zwei Jahren 1914 und 1915 zugewachsen sind, womit deren Zahl auf 60 in der Gesamtlänge von 13 463 km gestiegen ist.

Aus der Tabelle II ist zu ersehen, daß die drei nordischen Länder Europas, an der Spitze Dänemark, und weiter Neuseeland gegen alle übrigen Länder einen sehr großen Vorsprung im Ausbau der Telephonanlagen relativ zur Einwohnerzahl gewonnen haben; ferner, daß Neuseeland, wie seit Jahren, das relativ dichteste Telegraphennetz sowie nun auch die relativ meisten Sprechstellen hat. Im besonderen ist von Neuseeland noch erwähnenswert, daß die Telegrapheneinnahmen infolge Gebührenerhöhungen und immenser Mehrleistungen während der ersten 15 Monate des Krieges um 54% gegen 1914 gestiegen sind. Weiters ist aus dieser Tabelle ersichtlich, daß auf den ausländischen Telegraphenverkehr in Dänemark, Luxemburg, der Schweiz und Schweden nahezu drei Viertel der Telegrapheneinnahmen entfallen, dagegen in Brasilien und Bosnien nur 11 und 17%; bei den Telephoneinnahmen zeigt sich, abgesehen von Island, wo es eigentlich nur einen gemeinsamen Telegraphen und Sprech-Fernverkehr gibt, ein auffallend großer Einnahmeanteil aus dem Fernverkehre in den Niederlanden und in Tunis mit 88·5 und 80%.

Was die Verteilung der Einnahmen auf Telegraph und Telephon betrifft, so ist es interessant zu bemerken, daß gerade in Uruguay der größte Anteil mit 77·8% auf das Telephon entfällt, dagegen in Bulgarien mit 83% auf den Telegraphen; in mehreren Ländern wurden Überschüsse erzielt, am meisten in Schweden rund 13·4 Mill. (Telegraph 3·4, Telephon (S) 10 Mill.), in Rußland rund 10·6 Mill. (S allein), in Dänemark rund 9 Mill. (P. allein) usw.; in anderen haben sich Ausfälle ergeben, am meisten beim Telegraphen in Brasilien und Spanien mit rund 6·6 und 5·8 Mill., in der Schweiz wurde für Amortisation der Telephonanlagen und Verzinsung des Anlagekapitals der ansehnliche Betrag von 8·1 Mill., darunter 2·8 Mill. reiner Überschuß vom Jahre 1915, erübrigt.

Die Angaben über das Telephon in China sind zum Teil schätzungsweise; es gab im Jahre 1914 nur vier Ortsnetze: in Kanton, Peking, Tientsin und Shanghai, eine Hauptfernlinie Peking—Tientsin und ungefähr zehn kleinere Nebenlinien; die völlige Verstaatlichung scheint beabsichtigt zu sein.

Das in der Zusammenstellung angeführte Ortsnetz in Konstantinopel wurde am 1. März 1914 nach dem Zentralbatteriesystem für 4200 angemeldete Anschlüsse teilweise in Betrieb gesetzt mit drei Hauptzentralen: Stambul, Pera und Kadiköi; 85·1% der Leitungen sind Kabeldrähte, wovon ein Teil auf zwei 200 paarige Unterseekabel durch das goldene Horn entfällt, die zur Verbindung der zwei größten Zentralen, Stambul und Pera, mit großen Schwierigkeiten verbunden und besonders stark armiert (der äußere Durchmesser beträgt 10·5 cm) zum Schutze gegen Beschädigungen verlegt werden mußten. Es gibt auch schon türkische Telephonistinnen, die sich gut bewähren sollen.

Schließlich dürfte es sich empfehlen, einige wenige vorliegende Angaben für 1915 vom „Pacific Cable Board“ und von der „Western Union Telegraph Co“ anzuführen. Letztere, bekanntlich die größte Privattelegraphen-Gesellschaft in Nordamerika, besitzt ein Netz in der Ausdehnung von über 1·5 Mill. km Eisen-, über 1 Mill. km Kupferleitungen und 4771 km Kabel mit 25 142 Stationen um 642 weniger als 1914 (aus Ersparnisgründen); es wurde ein Überschuß von über 10 Mill. Dollar erzielt. Vom „P. C. Board“ wurden im Jahre 1915/16 befördert: nach und von Australien nahezu 8·2 Mill. Worte (um 86% mehr gegen das Vorjahr), davon fällt der Löwenanteil auf Wochenend- und aufgeschobene Telegramme mit 3·4 und 2·3 Mill. Worten; ferner im Verkehre zwischen Australien, Neuseeland und den Pacific-Inseln fast 2 Mill. Worte, also im ganzen über 10·1 Mill. Worte, woraus eine Bruttoeinnahme von 7·8 Mill. Francs resultierte und nach Abzug der Ausgaben mit 2·6 Mill. Francs ein Überschuß von 5·2 Mill. Francs verblieb.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen und Projekte.

Salzburg. Die Gesellschaft für elektrochemische Industrie Dr. Alex. Wacker in München beabsichtigt die Errichtung einer Hochspannungsfreileitung von den Wiestalwerken der Stadt Salzburg über die Reichsgrenze bis zu der der Gesellschaft gehörenden Azetonfabrik in Burghausen.

Graz. In der letzten Gemeinderatssitzung berichtete Gemeinderat Pichler über den Stand der projektierten Elektrizitätswerke, deren Gesamtkosten etwa 30 Mill. Kronen betragen dürften.

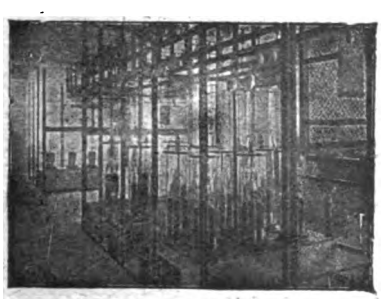
Budapest. Dem Adalbert Andorlik und dem Ing. Tiberius Hallósy in Budapest wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer elektrischen Bahn vom innerstädtischen Gebiete von Budapest über Budaörs nach Budakész, eventuell bis zur Gemeinde Zsámbok erteilt.

Esztergom. Der Esztergomer Sparkassen A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für eine elektrische Bahn von Esztergom bis Párkánymána erteilt.

Liptótepla. Den Ingenieuren Géza Gróh in Rozsahegy und Franz Máthé in Budapest, wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für eine elektrische Lokalbahn von der Station Liptótepla über Szentmihály bis Magurkabánya erteilt.

Osijek. Dem Josef Perles in Osijek wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für eine Straßenbahn von der Station Borovo über Stari- und Novivukovar bis zum Marktplatz in Osijek erteilt.

Société Générale des Condensateurs Electriques
Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

EMEM-Treibriemen aus Draht mit Papierfilzbelag
übertrifft die Lederriemen an Adhäsion und Reißfestigkeit, eignet sich hervorragend für leichte, schwere und schwerste Antriebe. Viele tausend Meter im Gebrauch.
Ostrau-Witkowitzer Eisen- und Drahtwarenfabriken
Emil Mücke & Hugo Melder, Witkowitz i. M.

Kohlepapier und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Elektrische Kleinbahn Graz—Mariatrost. Der Jahresabschluß für 1916 ergibt an Einnahmen Kronen 215 824, denen Ausgaben in der Höhe von K 127 322 gegenüberstehen. Es wurde die Auszahlung eines 4·5%igen Gewinnanteiles bestimmt.

Ferrovia Elettrica locale dell' Alta Anaunia, Trient. Nach dem verspätet erschienenen Jahresberichte für 1915 und 1916 betrugen die Einnahmen Kronen 71 177 bezw. K 79 449 und die Ausgaben K 106 352 bezw. K 116 193. Zuzüglich der Passivzinsen und des Verlustvortrages von 1914 ergibt sich somit ein Gesamtverlust von K 228 029, der auf neue Rechnung vorgetragen wurde.

□ Oriental Telephone and Electric. Einer Londoner Tageszeitung ist zu entnehmen, daß die Oriental Telephone and Electric Company die Aktionäre von dem Angebot verständigt hat, welches von der ägyptischen Regierung für die Übernahme der Telephone Company of Egypt (Limited) unterbreitet worden ist. Das betreffende Angebot wurde vom Ministerrat genehmigt. Der Ankaufspreis wird mit 755 000 Pfd. St. festgesetzt. Fast die Gesamtheit der Aktien der Egyptian Company ist im Besitze der Oriental Telephone and Electric Company. Nach Bezahlung der Obligationenschuld und Liquidierung der übrigen Verpflichtungen wird die Gesellschaft fast den ganzen Reingewinn einheimsen. Die Obligationenschuld der Egyptian Company beläuft sich auf zirka 180 000 Pfd. St., das Aktienkapital der Oriental Telephone and Electric Company auf 229 000 Pfd. St. und die Obligationenschuld der letzteren auf 200 000 Pfd. St.

Metallbericht. Ende Februar lag wieder einmal eine bemerkenswertere Nachricht vom amerikanischen Stahl- und Eisenmarkte vor, welche besagte, daß die neuerdings eingetretene Besserung anhält und die Erzeugung weitere Fortschritte aufzuweisen habe. Im Pittsburger Distrikt, dem Hauptzentrum der amerikanischen Eisenindustrie, hat sich der Mangel an rollendem Transportmaterial verschärft. Auch ist Roheisen noch immer so knapp, daß infolgedessen die Erzeugung von Gießereieisen eingeschränkt wird. Die Nachfrage nach Platten ist im Steigen; letzteres war angesichts der vermehrten Anstrengungen der Amerikaner zur Stärkung der Leistungsfähigkeit der Schiffswerften zu erwarten. Vorläufig dürfen die erwähnten Schwierigkeiten in der Eisenindustrie der Vereinigten Staaten nicht überschätzt werden, die man jedenfalls mit großer Energie und Berechnung zu bekämpfen suchen wird. Erst die dauernde Entziehung von Arbeitskräften durch die Aufstellung eines Millionenheeres wird die Folge haben, zu zeigen, daß auch dem amerikanischen Unternehmungsgeist gewisse Schranken gesetzt sind.

Im vorigen Monat wurden die Ziffern über das Ergebnis des vorigen Quartals beim Stahltrust bekannt, so daß jetzt das Resultat des ganzen Jahres 1917 vorliegt, dessen Zahlen wir hier folgen lassen:

Erstes Vierteljahr	. . .	113 121 000 Dollars
Zweites „	. . .	90 579 204 „
Drittes „	. . .	68 224 000 „
Viertes „	. . .	59 724 000 „

Der Rückgang des Werterträgnisses ist also im Laufe des Jahres ein ganz erheblicher gewesen; teilweise erklärt er sich leicht aus der im Herbst vorigen Jahres von der Bundesregierung verfügten Festsetzung eines Höchstpreises von 67 Dollars pro t Bessemer Stahl, welcher vorher im freien Verkehr bis auf zirka 100 Dollars gestiegen war. Teilweise ist aber auch bei dieser großen Produktionsgruppe, die trotz wachsender Konkurrenz vor Ausbruch des Weltkrieges noch immer ungefähr 55% der gesamten Eisen- und Stahlproduktion der Vereinigten Staaten in sich vereinigte, ein merklicher Rückgang im Absatz in der Berichtsperiode festzustellen gewesen. Wenn daher, wie eingangs mitgeteilt, jetzt wieder eine Besserung der gesamten Marktlage gemeldet wird, so ist diese Abschwächung des Geschäftsganges beim Stahltrust wohl auch nur eine vorübergehende gewesen. Der Reingewinn des Trusts nach Abzug der Zuwendungen an die Tilgungsfonds, der Abschreibungen und der Erneuerungen stellt sich auf 48 035 000 Dollars gegen 55 245 000 Dollar im Vorquartal, 96 322 000 Dollar im vierten Quartal 1916 und 40 853 113 Dollar im vierten Quartal 1915. Diese Angaben bieten in ihrer Knappheit ein treffendes Bild von der wirtschaftlichen Entwicklung der amerikanischen Schwerindustrie während der Kriegsjahre, zeigen aber auch, daß der Präsident Wilson kein Bedenken getragen hat, ihre Gewinne im Interesse des Staatsganzen in einschneidender Weise einzuschränken.

In Österreich sind in der zweiten Hälfte Februar seitens der Preisprüfungskommission Richtpreise für Eisen festgesetzt worden, und zwar gegen den Willen und die Meinung der Vertreter der Eisenindustrie, die sich gegenüber den Vertretern der gesamten anderen Industrien in der Minderheit befanden. Von ersteren wurde bei der Bekämpfung des Vorschlages geltend gemacht, daß demselben die Verschiedenheit der Produktionsverhältnisse und die stürmische Entwickelung der Gestehungskosten, bei denen sich das Bild oft von einem Tage zum anderen verändere, entgegenständen. Diese Bedenken wurden nicht als durchschlagend bei der Majorität der Mitglieder anerkannt, aber wenigstens insoweit berücksichtigt, als die Preisfestsetzung zunächst nur bis Ende März erfolgt ist, was angesichts des problematischen Wertes von Richtpreisen überhaupt Zustimmung verdient.

Lp.

Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselworke
m. b. H.
BERLIN N 4.

ISOLIERROLLEN
aus Kristallglas
in allen Größen und Formen für Schwachstromleitungen
kurzfristig lieferbar.
J. W. JÄCKEL & Co.,
WIESENTHAL a. Neisse (Böhmen).

Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co.
K. k. priv. Metall- u. Eisenwaren-, Schrauben-, Nieten-, Draht- und Drahtstifte-Fabrik.
Gegr. im Jahre 1868. **Kalsdorf bei Graz.** Gegr. im Jahre 1868.
Adresse für Briefe: Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co., Kalsdorf bei Graz. Telegramme: FINZEFABRIK GRAZ. Fernsprecher Graz Nr. 58, 2065 und interurban. Giro-Konto: bei der steiermärk. Eskompte-Bank Graz.
Abteilung I: Schrauben-, Nieten-, Muttern-, Drähte- und Drahtstifte-Erzeugung.
Abteilung II: Gesenkschmiederei und Walzwerk.
Abteilung III: Präzisionswerkzeuge, Spiralbohrer „Zenith" und „Dachs", Gewindebohrer, Fräser usw. Patent-Univ.-Schnellbohrfutter „Gerberding".
Abteilung IV: Geschoßerzeugung.
Spezialität: Patent-Stein-, Fundament- u. Schraubenbolzen. Patent-Muttern-Sicherung „GAF".

Wien, 31. März **ANZEIGER** 1918 — Heft 13

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Hochspannungs-Turbogeneratoren der Siemens-Schuckertwerke. — Wirtschaftliche Nachrichten. Firmennachrichten. Geschäftsbericht. Metallbericht.

Hochspannungs-Turbogeneratoren der Siemens-Schuckertwerke*).

Hochspannungsgeneratoren sind für direkte Netzspannungen bis 30 000 V gebaut worden, und solche für 15 000 V werden noch oftmals ausgeführt. Derartige Hochspannungsmaschinen haben jedoch den prinzipiellen Nachteil, daß zwischen benachbarten Wicklungsdrähten Beanspruchungen auftreten, welche die normalen Werte um ein Vielfaches überschreiten und daher leicht zu Durchschlägen Veranlassung geben, da die Isolationsfestigkeit von Windung zu Windung viel geringer ist als gegen Erde und diese auch aus wirtschaftlichen Gründen nicht über ein gewisses Maß gesteigert werden kann. Dieser prinzipielle Nachteil ist nun bei Stabwicklung nicht vorhanden, da ja die Isolationsfestigkeit von Windung zu Windung gleich derjenigen gegen Erde ist. Aus diesem Grunde sollte die Wicklung des Stators soweit es mit Rücksicht auf die Höhe der Maschinenspannung erreichbar ist, als Stabwicklung ausgeführt werden, zumal diese eine einfache Konstruktion mit sich bringt, bei welcher sich die erforderliche mechanische Widerstandsfähigkeit am leichtesten erreichen läßt.

Bei Verwendung von Stabwicklungen im Ständer sind die erreichbaren Klemmenspannungen bei den 3000-tourigen Turbogeneratoren etwa die folgenden:

Bei	1000	3000	6000	10 000 kVA
und 2-Stabwickl.	1000	3000	6000	10 000 V
und 1-Stabwickl.	500	1500	3000	5 000 V.

Hiebei ist vorausgesetzt, daß der Ständer in Stern geschaltet ist. Bei einer feineren Nutung im Ständer ließen sich diese Grenz-Spannungen noch etwas steigern, doch ist hievon aus Gründen der Betriebssicherheit abzuraten.

Die von den Siemens-Schuckertwerken gebauten Drehstrom-Turbogeneratoren für 12 500 kVA bei 3000 Umdrehungen und für 60 000 kVA bei 1000 Umdrehungen in der Minute (Abb. 1) sind für diese Drehzahlen z. Z. die größten Typen der Welt.

Bei einer Formwicklung ist bei Hochspannungsmaschinen ganz besondere Sorgfalt darauf zu legen, daß sämtliche Luft aus der Wicklung entfernt wird, sonst bildet sich durch die Büschelentladungen Ozon und salpetrige Säure, die die Isolation zerstören muß.

Die Vermeidung von lufterfüllten Hohlräumen innerhalb der Wicklung und die Fernhaltung von Feuchtigkeit wird in wirksamer Weise durch Imprägnierung der Wicklung und Ausfüllen aller Hohlräume durch eine Spezial-Asphaltmasse erreicht, hierauf werden die beiden Seiten der Formspulen, welche später in das aktive Eisen eingebettet werden sollen, mit einem Glimmerprodukt umhüllt, welches auf der Wicklung „festgebügelt" wird. Nach diesem Verfahren werden z. Z. die Formwicklungen aller Wechselstrom-Generatoren und Motoren von etwa 3000 V an behandelt.

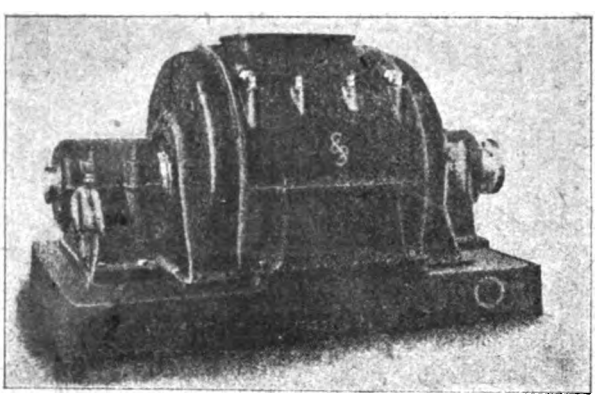


Abb. 1. Drehstrom-Turbogenerator für 60 000 kVA bei 1000 U. p. min.

Bei den unvermeidlichen Kurzschlüssen im Netz, wie sie durch Blitzschläge, Beschädigungen der Freileitungen usw. entstehen, üben die einzelnen Stirnverbindungen infolge des plötzlichen Anwachsens des Stromes starke, stoßartige Kraftwirkungen aufeinander aus. Da die eigene Steifigkeit der Wicklung nicht ausreicht, um diesen erheblichen Beanspruchungen zu widerstehen, werden besondere Halte- und Aufhängebolzen angebracht, die miteinander verbunden die Wicklungen unter sich so versteifen, daß alle auftretenden Kräfte ohne Beschädigung irgend eines Wicklungsteiles aufgenommen werden.

Die Kapazitätsbelastung der Hochspannungsgeneratoren spielt bei Anlagen mit Kabeln bezw. ausgedehnten Freileitungsnetzen und zugleich geringer Generatorleistung eine wichtige Rolle. Aber auch bei Anlagen mit sehr hohen Spannungen und verhältnismäßig geringer Leitungslänge macht sich die große Kapazitätsbelastung unter Umständen störend bemerkbar und es muß schon bei der Projektierung hierauf Rücksicht genommen werden. Dies zeigt sich besonders bei der Zentrale Lauchhammer durch die eine 110 000-Volt-Leitung nach Riesa geht. Obwohl die Länge dieser Leitung nur 51 km beträgt, wird die Zentrale durch die eine offene Leitung bereits mit 1800 kVA belastet. Dieser große Betrag ergibt sich infolge der hohen Spannung, obwohl der Ladestrom nur etwa 9·5 A beträgt. Bei Erdschluß einer Phase wird die Kapazitätsbelastung noch wesentlich größer; sie beträgt nämlich in diesem Falle 3200 kVA. Da in dieser Anlage zwei auf gleichem Gestänge verlegte Leitungen vorhanden sind, so steigt die Kapazitätsbelastung bei Parallelschaltung beider Freileitungen auf das Doppelte, d. h. 3600 kVA bei normalem Betrieb und 6400 kVA bei Erdschluß einer Phase. Maschinen, deren Leistungen geringer sind als diese Werte, können also nicht verwendet werden, um die nur 51 km lange Leitung unter Spannung zu halten.

*) Nach einem Vortrag von Ober-Ing. Sessinghaus im Dresdener Elektrotechnischen Verein.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Die österreichisch-ungarischen Handelsbeziehungen. Die Münchner Handelskammer hat eine von Prof. Dr. A. Cohen verfaßte Denkschrift über die wirtschaftliche Annäherung Deutschlands an Österreich-Ungarn herausgegeben, in der sie die damit zusammenhängenden Fragen vom Standpunkte der Interessenten des Kammerbezirkes eingehend erörtert. Sie stellt fest, daß die deutsche Warenausfuhr nach Österreich-Ungarn an zweiter Stelle, also direkt hinter Großbritannien mit 1105 Mill. Mark, die Einfuhr mit 827 Mill. Mark an vierter Stelle stehe. Über die Hälfte der Ausfuhr besteht aus fertigen Waren, $^2/_3$ der Einfuhr aus Rohstoffen, Lebensmitteln, Getränken und lebenden Tieren. Die einzelnen Warengruppen ergeben teils Ausfuhr-, teils Einfuhrüberschüsse, teils zeigen sie ein gewisses Gleichgewicht. Jedenfalls ist der Sättigungspukt noch lange nicht erreicht. Die Monarchie führt nach Bayern Getreide, Baugerste, Malz, Kraftfutter, Hopfen, Obst, Holz und Holzwaren besonders Bretter für Parketfabrikation und dgl. aus und importiert dagegen chemische Erzeugnisse, insbesondere Superphosphate und Farben, Bürstenwaren und Maschinen, davon über die Hälfte Lokomotiven und Lokomobilen; photographische und optische Artikel werden sowohl ein- wie ausgeführt, jedoch ist Deutschland beim Export weitaus im Vorteile. Die Handelskammer fordert, daß die geographisch unmittelbar an Bayern anschließende Doppelmonarchie auch wirtschaftlich dem Deutschen Reiche nähergerückt wäre und empfiehlt hiefür ein möglichst enges zollpolitisches Verhältnis, eine gemeinsame Zollpolitik nach Außen und gemeinsame Vertragsverhandhandlungen mit anderen Ländern, mindestens aber gegenseitiges Einvernehmen bei getrennten Verhandlungen.

Auch der Deutsch-Österreichisch-Ungarische Wirtschaftsverband hat gelegentlich einer zwecks Organisierung des Geschäftsverkehrs mit Rußland abgehaltenen Versammlung sich neuerdings für ein Wirtschaftsbündnis der beiden Zentralmächte und eine vertragsmäßig auf lange Dauer gesicherte Gemeinsamkeit der Handelspolitik ausgesprochen. Er befürwortet die Vereinbarung eines einheitlichen Zolltarifes, dessen Zollsätze nicht durchwegs die gleichen für beide Gebiete zu sein brauchen, eine wesentlich vermehrte Freiliste für den wechselseitigen Verkehr und Ausgleichszölle in einzelnen Warengruppen, um besondere Schutzbedürfnisse zu befriedigen. Auch wurde wiederholt an die Reichsregierung die Forderung gerichtet, vor endgültigen Abmachungen den Interessenten Gelegenheit zur Äußerung und Vertretung ihrer Wünsche zu geben.

In ganz anderer Weise äußert sich die Hamburger Handelskammer. Diese hat an den Reichstag eine Eingabe gerichtet, indem sie ihn bittet, dafür einzutreten, daß das Deutsche Reich mit Öster-

Digitized by Google

reich-Ungarn keinerlei handels- und zollpolitische Verträge abschließt, durch die es sich der vollständigen Freiheit einer selbstständigen Handelspolitik begibt, daß es insbesondere aber mit Österreich-Ungarn weder eine Zollunion eingeht, noch mit ihm eine gegenseitige Zollbegünstigung vereinbart, die anderen meistbegünstigten Staaten nicht zukommen soll". Die Handelskammer befürchtet, daß eine Bindung des Deutschen Reiches gegenüber Österreich-Ungarn es ihm unmöglich machen würde, eine selbständige Handelspolitik zu betreiben und daß besonders Abmachungen über eine gegenseitige Bevorzugung auf Kosten dritter Staaten eine Beeinträchtigung der Meistbegünstigungsklausel zur Folge haben könnte. Die Wiederherstellung einer solchen im Verkehr mit den jetzigen Gegnern, selbstverständlich auch mit den Neutralen, sei die Vorbedingung zu einer erfolgreichen Wiederaufnahme der Tätigkeit auf dem Weltmarkt. Nur im Falle der Fortsetzung des Wirtschaftskrieges nach Friedensschluß käme, und zwar a u s s c h l i e ß l i c h als A b w e h r maßnahme ein Zusammengehen Deutschlands mit Österreich-Ungarn in Frage. Es sei aber bedenklich, schon jetzt durch derartige Pläne die feindlichen Bestrebungen auf Ausschluß Deutschlands vom Weltverkehr zu fördern. Die in letzter Zeit aufgetauchte Frage der Schaffung einer Zollunion beider Staaten in Verbindung mit der Lösung des polnischen Problems berge für Deutschland beträchtliche Gefahren. Sollte Polen in die Österreichisch-ungarische Zollunion aufgenommen werden, so würde dieses Land als Absatzgebiet für Deutschland nur noch in geringerem Maße in Frage kommen. Selbst eine bloße Währungsgemeinschaft zwischen Polen und der Donaumonarchie müßte bei dem vermutlich noch lange währenden schlechten Stand der österreichischen Valuta die gleichen ungünstigen Folgen zeitigen. Immerhin würden dieselben in den Hintergrund treten, wenn die Bewegungsfreiheit der deutschen Handelspolitik in Frage stünde. Deutschland brauche einen unbeeinträchtigten Anschluß an die Weltwirtschaft für den Bezug von Rohstoffen und den Absatz von Fabrikaten. In beiden Beziehungen könne ihm Österreich-Ungarn den Weltverkehr nicht ersetzen.

Die Beseitigung der Zollschranken würde die deutsche Landwirtschaft dem Wettbewerbe der billiger arbeitenden österreichisch-ungarischen Landwirtschaft ebenso aussetzen, wie umgekehrt die österreichische Industrie der des Deutschen Reiches. Die Handelskammer warnt deshalb vor der engeren Wirtschaftsverbindung der beiden Reiche, da sie die wirtschaftliche und politische Zukunft Deutschlands gefährde.

Es muß verwundern, daß eine so angesehene Körperschaft, wie die Hamburger Handelskammer gegen die Deutsch-Österreichisch-Ungarische Annäherung Argumente ins Feld führt, welche von den Anhängern des Wirtschaftsbündnisses schon oft in überzeugender Weise widerlegt worden sind. Insbesondere ist es befremdend, daß die Vertreter einer Stadt, deren Blüte gerade auf dem f r e i e n Handel seit jeher beruht hat und weiter beruhen wird, sich in so nachdrücklicher Weise für die Beibehaltung der Zölle ausspricht. Übt doch der schlechte Stand der österreichischen Valuta, dessen lange Dauer die Handelskammer selbst annimmt, auf die Gestaltung des gegenseitigen Handelsverkehrs der beiden Reiche einen weit größeren Einfluß aus als die Zölle, die, um in demselben Maße wie früher zu wirken, mindestens verdoppelt, vielleicht sogar verdreifacht werden müßten. Da andererseits ein erfolgreicher Wettbewerb auf dem Weltmarkt nur dann möglich ist, wenn die heutigen übertriebenen Warenpreise sich wieder entsprechend senken, so wäre dies sicher nicht der richtige Weg, um Deutschlands Welthandel wieder zu beleben.

Es ist wohl richtig, daß die Wiedereinsetzung der Meistbegünstigungsklausel mit den uns jetzt feindlichen Ländern eine Notwendigkeit ist; die Friedensverträge der Ukraine und Rußland haben aber gezeigt, daß

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Erste Österreichische Isolatorhülsen-Fabrik
FERDINAND LYSAK
INNSBRUCK.
Fels Hülsen
Schutzmarke
Fels Hülsen
Schutzmarke

Isolatorhülsen
für alle Isolatoren-Größen
und für Hochspannung bis 50000 Volt.
Isolatorenhülsen sind das idealste Befestigungsmittel zum Aufmontieren der Isolatoren auf den Stützen.
Jahrelang lagerfähig! Glänzende Resultate!
In der ganzen Monarchie eingeführt!

Digitized by Google

sie ohne weiteres möglich ist, auch wenn Deutschland und Österreich-Ungarn sich gegenseitige Präferenz sichern. Es ist hier nicht der Ort, diese Frage eingehender zu behandeln, immerhin muß aber dem Bedauern darüber Ausdruck gegeben werden, daß jetzt, wo sich nach langjährigen Bemühungen der Gedanke des mitteleuropäischen Wirtschaftsbündnisses in weiten Volkskreisen durchgesetzt hat und so viele frühere Gegner sich bereits zu ihm bekehrten, ja auch die Regierungen offenbar demselben mit wachsender Sympathie gegenüberstehen, ihm gerade auf einer Seite Gegnerschaft erwächst, von der man viel eher seine energische Förderung hätte erwarten sollen.

E. Honigmann.

Firmennachricht.

Österr.ungar. Elektro-Schweißmaschinen-Gesellschaft m. b. H. Wien. Beim Handelsgerichte in Wien wurde die Österr.-ungar. Elektro-Schweißmaschinen-Gesellschaft m. b. H. mit dem Sitze in Wien IX/1, Clusiushof, eingetragen. Als Geschäftsführer fungiert der Gesellschafter Paul Planer. Zweck der Gesellschaft ist die Erzeugung, Vertrieb und Betrieb elektrischer Schweißmaschinen.

Geschäftsbericht.

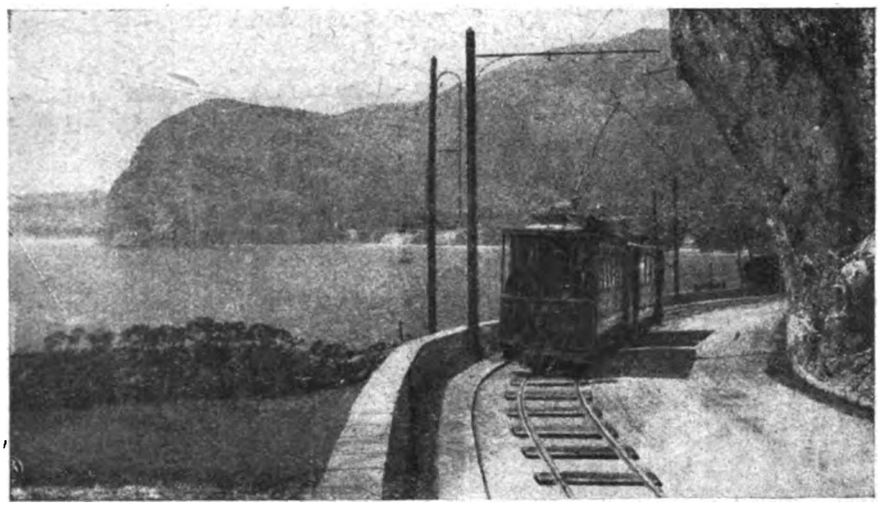
□ Société Générale de force et Lumière. Einem Pariser Finanzblatte vom 15. Februar entnehmen wir den nachstehenden Bericht der obgenannten Gesellschaft, welche sich mit der Erzeugung des elektrischen Stromes in Wasserkraftwerken befaßt. Der Verteilungsrayon dieser im Jahre 1899 gegründeten Gesellschaft erstreckt sich gegenwärtig auf sieben Departements im Südosten Frankreichs. Die Stromabgabe ist besonders im Departement Grenoble bedeutend, wo sich der Gesellschaftssitz befindet, und in den Industrieregionen von Bourgoin, La Tour, Vienne, Annonay, Rive-de-Gier. Das Stromabgabenetz erstreckt sich bis Lyon und Umgebung. Die Zentralen erreichen eine Leistung von zirka 60 000 kW. Im Laufe des Betriebsjahres 1917 schritt die Gesellschaft an die Ausnutzung des ungefähr 8000 kW ergebenden Wasserfalles von Sept-Laux, ebenso an die Verwertung verschiedener Reservoirs, die 2100 m hoch über dem Meeresspiegel gelegen sind und in Spitzenkraftwerken ausgenutzt werden sollen. Gegenwärtig beschäftigt man sich mit dem Projekt, eine Reihe weiterer neuer Wasserkräfte heranzuziehen, welche eine Ergiebigkeit von 60 000 kW erreichbar erscheinen lassen. Im Laufe der verflossenen zehn Jahre war das finanzielle Ergebnis der Gesellschaft ein stetig steigendes mit Ausnahme des Betriebsjahres 1914/15, welches durch den Ausbruch des Weltkrieges einen zeitweisen Rückgang aufweist. Die Einnahmen beliefen sich im Betriebsjahr 1916/17 auf 8·33 Mill. Francs. Die realisierbaren oder verfügbaren Aktiven am 30. Juni 1917 erstreckten sich auf 8·8 Mill. Francs, während die Passiven einschließlich der auszuzahlenden Dividenden und Tantiemen 7·3 Mill. Francs erreichen. Die Reserven figurieren mit 3·6 Mill. Francs. Die toten Konti (Gründungskosten, Emissionskosten usw.) sind vollständig amortisiert. Die in Aussicht genommene Vermehrung des Kapitals von 18 auf 30 Mill. Francs ist durch Ausgabe von 48 000 neuen Aktien zu Fr. 240 erfolgt, die vom 1. Juli 1917 ab bezugsberechtigt sind. Übernahmspreis Fr. 250 und Fr. 10 Bezugsgebühr pro Aktie. Die Ausgabe der neuen Aktien erfolgt im Verhältnis von 2:1 und ist in erster Reihe den Inhabern der alten Aktien vorbehalten.

Metallbericht. Wohl kein Material ist in seinen verschiedenen Herstellungsformen so stark durch die Erfordernisse des Krieges in Mitleidenschaft gezogen worden, wie Eisen und Stahl, und zwar gilt dies für alle kriegführenden Staaten. Das Rückgrat aller Rüstung zu Wasser und zu Lande ist und bleibt das Eisen, und die Heeresverwaltungen sehen sich anläßlich ihres unstillbaren Bedarfes genötigt, alle erreichbare Produktion zu beanspruchen und sie dem bürgerlichen Bedarf immer mehr zu entziehen; so sehen sich die Erzeuger wohl einer nach Tausenden zählenden Schar von Reflektanten gegenüber, die aber nicht ihre Abnehmer werden können, weil für

·hiw·

Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.

·hiw·



·hiw·

Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

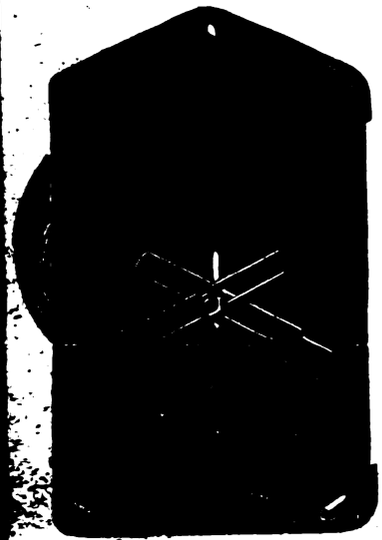
·hiw·

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

passend zu sämtlichen Zählertypen.

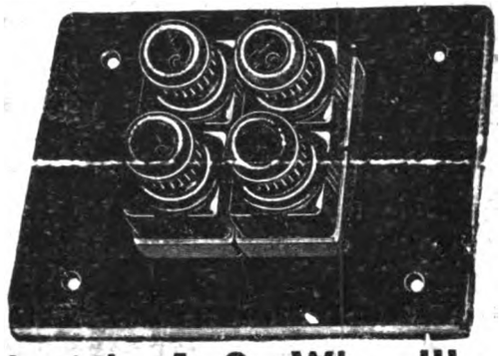
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN



Öst. Patent Nr. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Digitized by Google

sie nicht genügend Ware vorhanden ist; immer schärfer hebt sich als Hauptabnehmer der Staat, vertreten durch die verschiedenen militärischen Bezugsstellen, heraus. Er ist zu gleicher Zeit Bezieher und entscheidende Instanz für die Preisbildung; die sonstigen Faktoren des freien Marktes sind nahezu ausgeschaltet. Jetzt, wo die Weltlage in politisch-militärischer Beziehung in ihr kritisches Stadium getreten zu sein scheint, dürfte auch die Fesselung der Eisenmärkte ihren Höhepunkt erreicht haben. Allzu dringend pocht jetzt schon der zurückgedämmte Bedarf für den wirtschaftlichen Wiederaufbau an die schon halb geöffnete Pforte des Friedens. In den vorstehend skizzierten Verhältnissen liegt aber der Grund, daß von der derzeitigen Lage der Eisen- und Stahlmärkte — und ähnliches läßt sich auch von den übrigen Metallen, namentlich Kupfer, sagen —, nur wenig Bewegung zu melden ist.

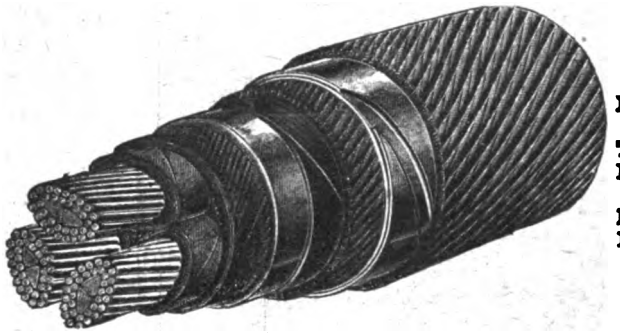
Daß in den Vereinigten Staaten die Überlastung der Eisenbahnen, namentlich durch die unterbrochene Kohlenzufuhr ungünstig auf die Produktion der Hochöfen einwirkt, haben wir wiederholt berichtet. Neuerdings macht sich auch der zunehmende Tonnagemangel im Seetransport in dieser Beziehung geltend, da zahlreiche große Frachtschiffe, die bisher den Gütertransport auf den Strömen und den großen Binnenseen besorgt hatten, für die Atlantische Küstenfahrt verwendet werden mußten. Nun war aber die Zufuhr auf dem Wasserwege um so wichtiger, als gerade bedeutende Erzgebiete bis hart an die großen Seen herantreten.

Eine interessante Nachricht, die sowohl Deutschland als auch die Monarchie berührt, wurde Mitte dieses Monats aus Budapest gemeldet: Der preußische Militärfiskus soll die gräflich Wenckheimschen Eisenwerke im Arader Komitat für fünf Jahre gepachtet haben, um das Eisenerz nach Deutschland ausführen. Wenn sich diese, nicht ganz klare Nachricht bewahrheitet, so dürften diese ungarischen Erze dem oberschlesischen Industriebezirk zugeführt werden, das bei großem Kohlenreichtum an Erzmangel leidet und schon im Frieden in bedeutendem Umfange aus dem Siegerländer Revier alimentiert wurde.

In Österreich ist gemäß einer am 10. März zur Verlautbarung gelangten Verordnung des Handelsministers ein Fachausschuß zur Vertretung der Interessen des Großhandels mit Metallen errichtet worden. Der Fachausschuß, der aus höchstens 15, von der Regierung ernannten Mitgliedern besteht, hat seinen Sitz in Wien und steht unter der Leitung des Gesellschafters der Firma Gebrüder Bergmann, Herrn Adalbert Bergmann. *Lp.*

FELTEN & GUILLEAUME

Fabrik elektrischer Kabel, Stahl- u. Kupferwerke-Actien-Gesellschaft



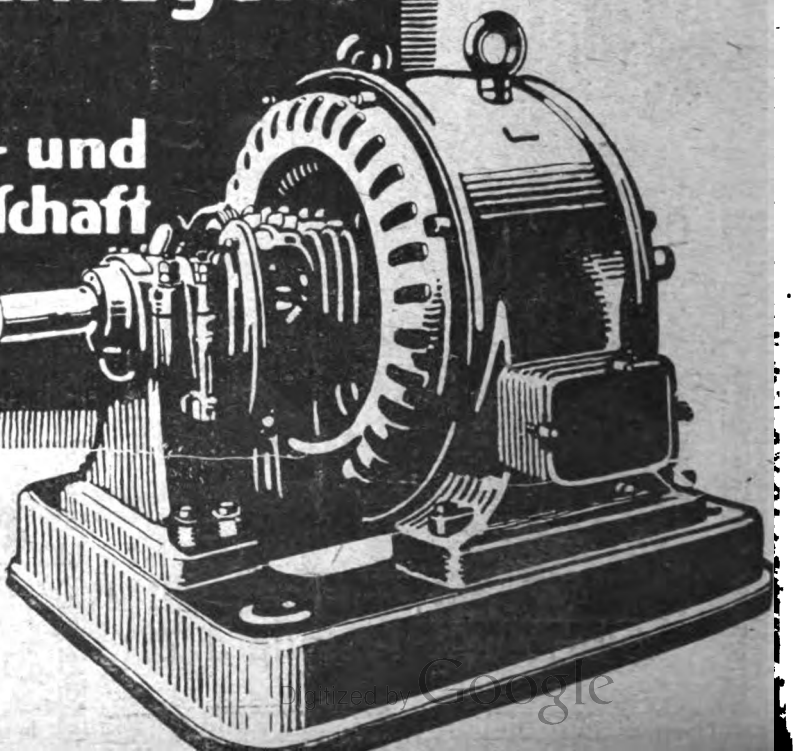
Wien, X. Gudrunstraße 11.

Fabriziert:

Elektrische Licht- und Kraftübertragungs-Kabel für Hoch- und Niederspannung mit reiner Papierisolation.
Telephon- und Telegraphen-Kabel.
Leitungsdraht nach verschiedenster Art isoliert, umsponnen, bewickelt und umflochten.
Kupfer-, Bronze-, Eisen- und Stahldraht.
Runde und flache Drahtseile jeder Konstruktion und Qualität für Bergwerke, Seilbahnen, Aufzüge, Transmissionen, Dampfpflüge, Schiffstauwerk. Drahtseile **pat. verschlossener** Konstruktion, **pat. flachlitzige** und **pat. dreikantlitzige** Drahtseile.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

Wien, 7. April

ANZEIGER
FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

1918 — Heft 14

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Kohlensteuer in Österreich. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Die Kohlensteuer in Österreich.

Bekanntlich ist im abgelaufenen Jahr im Deutschen Reiche eine Steuer für Kohlen eingeführt worden; das Gesetz ist am 1. August 1917 in Kraft getreten*). Nunmehr soll in Österreich auch ein Kohlensteuergesetz erlassen werden, dessen Wirksamkeit vom 1. Mai 1918 bis zum 31. Juli 1920 bemessen ist. Das Gesetz, das die Regierung Ende Jänner d. J. dem Abgeordnetenhaus vorgelegt hat, stimmt in manchen Belangen mit dem deutschen Gesetz überein. Die Steuer beträgt 20% des Verkaufspreises ab Grube zur Zeit des Eintrittes der Steuerpflicht. Die Steuer wird nur auf die im Inland produzierte Kohle eingehoben, nicht auf Koks und Briketts. Letztere sind nur bei Einfuhr aus dem Ausland steuerpflichtig.

Über den Ertrag dieser Steuer wird im Motivenbericht eine Berechnung angestellt, die auf folgenden für das Jahr 1916 geltenden Ziffern in 1000 q der Förderung, Ein- und Ausfuhr basieren.

	Eigenförderung	Einfuhr aus Deutschland	Einfuhr aus Ungarn	Ausfuhr nach Deutschland	Ausfuhr nach Ungarn
Steinkohle	176 017	78 916	33	4 373	14 580
Braunkohle	231 999	173	1275	56 167	3374
Summe . . .	408 016	79 089	1308	60 540	17 954

Es sind also 488·4 Mill. q produziert und 78·5 Mill. q ausgeführt, also 409·9 Mill. q im Werte von rund 1000 Mill. Kronen verbraucht worden. Die darauf entfallende Steuer kann wegen des Ausfalls der deutschen Quote mit 140 bis 150 Mill. Kronen geschätzt werden. Der Bericht schätzt die Steigerung der Produktionskosten des Roheisens zufolge der Kohlensteuer auf 3·5%, der Hausbrandkohle mit 7·8%, den Mehraufwand für Beheizung und Beleuchtung einer minderbemittelten Familie mit 0·75%. Über den Einfluß der Kohlensteuer auf die Stromerzeugungskosten der Elektrizitätswerke gibt der Bericht keine näheren Angaben.

§ 17 des Gesetzentwurfes bestimmt, daß beim Bestehen von Preisvereinbarungen über Lieferung elektrischer, aus Kohle erzeugter Energie, der Lieferer berechtigt ist, einen Preiszuschlag zu verlangen, welcher der ihm durch die Kohlensteuer verursachten Erhöhung der Herstellungskosten entspricht. Um den Lieferer vor Schaden zu bewahren, wird also hier — wie im deutschen Kohlensteuergesetz — das Überwälzungsrecht eingeräumt.

Im nachstehenden ist der Wortlaut des Gesetzentwurfes veröffentlicht.

§ 1. Gegenstand und Höhe der Kohlensteuer. Kohlen, das sind alle Arten nicht aufbereiteter oder aufbereiteter Stein- und Braunkohle, bei der Einfuhr in das Geltungsgebiet des Gesetzes auch die aus Stein- oder Braunkohle hergestellten Preßkohlen und Koks, unterliegen der Kohlensteuer. Diese beträgt 20% des Wertes, den die Kohle im Zeitpunkte des Eintrittes der Steuerpflicht besitzt.

§ 2. Steuerbefreiungen. Unter den im Verordnungswege festzusetzenden Bedingungen ist von der Steuer die Kohle befreit: 1. die für den Betrieb des eigenen Kohlenbergbaues und der dazugehörenden Anlagen (§ 131 allgemeines Berggesetz) benötigt und 2. die auf Grund der Arbeitsverträge oder des Herkommens den Angestellten und der Belegschaft der Kohlenbergwerke, den invaliden Bergarbeitern und deren Hinterbliebenen für deren eigenen Bedarf als Hausbrand aus der eigenen Förderung gewährt wird.

§ 3. Steuerbegünstigungen. Die Regierung ist ermächtigt, Bestimmungen zu treffen, inwieweit Kohle steuerfrei zu belassen oder bei der Besteuerung zu begünstigen ist, die zum Betrieb von Schiffen oder Eisenbahnzügen, welche den Verkehr aus dem Geltungsgebiete des Gesetzes oder in dieses Gebiet vermitteln, ferner Kohle, die zu Öl, Fett, Wachs oder ähnlichen Erzeugnissen verarbeitet oder an der Fundstelle zur Erzeugung von elektrischer Kraft oder unter Gewinnung von Nebenprodukten zu jener von Gas verwendet wird. Die Regierung ist weiter ermächtigt, Kohle, welche durch Gemeinden zur Verbilligung der Hausbrandkohlen für Inhaber von Kleinwohnungen bezogen wird, von der Steuer bis zur Hälfte zu entlasten.

§ 4. Eintritt der Steuerpflicht. Die Steuerpflicht tritt ein: 1. für die in Österreich gewonnene Kohle, sobald diese auf Grund eines Kaufvertrages geliefert, im eigenen Betriebe verwendet, dem eigenen Verbrauche zugeführt oder sonst weggebracht wird; 2. für die in das Geltungsgebiet des Gesetzes eingeführte Kohle im Zeitpunkte des Eintrittes in dieses Gebiet.

§ 5. Steuerpflichtige Personen, Steuerfälligkeit für österreichische Kohle. Zur Entrichtung der Steuer für die in Österreich gewonnene Kohle ist verpflichtet: 1. Wer mit der von ihm gewonnenen Kohle eine der im § 4, Z. 1, bezeichneten Handlungen vornimmt; 2. wer die von einem anderen gewonnene Kohle aufbereitet und dann eine der im § 4, Z. 1, angegebenen Handlungen mit der aufbereiteten Kohle vornimmt. Bei der Versteuerung der aufbereiteten Kohle erhält er die Steuer für die zur Aufbereitung übernommene Kohle vergütet. Die Steuer ist am letzten Werktage des dem Eintritte der Steuerpflicht folgenden Monats fällig. Steuerpflichtige, die die Steuer am Fälligkeitstage nicht entrichtet haben, können zum Erlag einer Sicherstellung verhalten werden. Bei im Betriebe des Steuerpflichtigen gewonnenen Kohlen, die von ihm zur Verkokung gebracht oder zur Erzeugung von Preßkohle verwendet werden, kann die steuerpflichtige Menge nach näherer Bestimmung der Vollzugsvorschrift allgemein oder fallweise nach der Ausbeute an Koks oder Preßkohle ermittelt und die Steuer entrichtet werden, wenn eine der im § 4, Z. 1, bezeichneten Handlungen mit dem Koks oder der Preßkohle vorgenommen wird.

§ 6. Steuerpflichtige Personen, Steuerfälligkeit für die nach Österreich eingeführte Kohle. Für die in das Geltungsgebiet des Gesetzes eingeführte Kohle (§ 1) ist die Steuer vom Empfänger, und zwar für die aus den Ländern der ungarischen heiligen Krone oder aus Bosnien und der Herzegowina eingeführte im Zeitpunkte des Bezuges, für die über die Zollinie eingebrachte aber im Zeitpunkte der Zollabfertigung zu entrichten. Die Regierung ist ermächtigt, bezüglich der Behandlung von österreichischer Kohle, die im Bestimmungslande, und von nach Österreich eingeführter Kohle, die im Ursprungslande einer Kohlensteuer unterworfen ist, Vereinbarungen zur Vermeidung der Doppelbesteuerung der Kohle zu treffen.

§ 7. Anmeldung des steuerpflichtigen Verfahrens. Die steuerpflichtige Handlung ist unter Angabe der Menge und des Wertes der Kohle nach den im Verordnungswege festzusetzenden Bestimmungen anzumelden.

§ 8. Ermittlung des Wertes der österreichischen Kohle. Der Steuerbemessung wird bei der in Österreich gewonnenen, auf Grund eines Kaufvertrages abgegebenen Kohle der Verkaufspreis, gerechnet ab Grube oder Aufbereitungsstelle, bei der nicht durch Verkauf abgegebenen nach § 4, Z. 1, steuerpflichtigen Kohle der Verkaufspreis von Kohle gleicher Art und Menge aus derselben Grube oder Aufbereitungsstelle zugrunde gelegt. Für Kohle aus Bergbauen, bei welchen die Verkaufspreise der Kohle gegenüber ihrem kalorischen Werte verhältnismäßig hoch sind, kann, wenn dies nach dem Gutachten des Ministeriums für öffentliche Arbeiten durch außergewöhnliche Gestehungskosten gerechtfertigt wird, die Steuerbemessung nach einem fallweise zu bestimmenden, bis auf den durchschnittlichen Inlandspreis für Kohle von gleichem Heizwerte ermäßigten Wert bewilligt werden. Nachvergütungen oder neben dem Verkaufspreise gewährte Vorteile gelten als Teil des Verkaufspreises, von dem, sofern er einschließlich der Steuer berechnet ist, die Steuer abgezogen wird. Wird die Kohle unmittelbar oder mittelbar an einen Wiederverkäufer geliefert, an dessen Verkaufserlös der Steuerpflichtige beteiligt ist, so kann der der Steuerbemessung zugrunde zu legende Preis unter Berücksichtigung des bei dem Wiederverkauf erzielten Zwischengewinnes anderweitig und, falls hiebei die Verhandlungen mit dem Steuerpflichtigen zu keiner Einigung führen, nach dem Marktpreis oder in Ermanglung eines solchen durch Schätzung des Wertes der Kohle ermittelt werden. Die Wertbestimmung nach dem Marktpreise oder nach dem Ergebnisse der Schätzung hat weiter einzutreten, wenn der angegebene Kohlenwert mit den sonst ab Grube oder Verarbeitungsstelle abgeschlossenen Preisen für entsprechende Mengen von Kohle gleicher Art im Mißverhältnis steht. Gegen die Steuerbemessung nach einem abweichend von der Anmeldung des Steuerpflichtigen festgesetzten Kohlenwerte steht der instanzmäßige Rechtsmittelweg offen. Dem Rekurs kommt keine aufschiebende Wirkung zu.

§ 9. Ermittlung des Wertes der eingeführten Kohle. Als Wert der nach Österreich eingeführten Kohle gilt, sofern die Steuererhebung nicht auf Grund des § 6, Absatz 2, nach besonderen Vorschriften erfolgt, der Erwerbspreis bezüglich der bis zum Eintritt in das Geltungsgebiet der Steuer

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz., Seite 93.

Digitized by Google

entstandenen Kosten. Die Regierung ist ermächtigt, für diese Zuschläge feste Sätze für je einen Meterzentner Kohle zu bestimmen oder der Besteuerung bloß den Erwerbspreis zugrunde zu legen. Die Anordnungen des § 8, vorletzter und letzter Absatz, hinsichtlich der Wertbestimmung in Zweifelsfällen finden auch auf die in das Geltungsgebiet des Gesetzes eingeführte Kohle Anwendung

§ 10. Sachliche Haftung für die Steuer, Steuereinbringung, Verjährung. Die steuerpflichtige Kohle haftet ohne Rücksicht auf die Rechte Dritter für den Betrag der darauf ruhenden Kohlensteuer. Unberichtigte Kohlensteuerbeträge sind auf die zur Einbringung rückständiger direkter Steuern vorgeschriebene Art einzubringen Hinsichtlich der Verjährung der Kohlensteuer gelten die Bestimmungen des Gesetzes vom 18. März 1878, RGBl. Nr. 31.

§ 11. Beistandleistung der Gemeinden und Transportunternehmungen. Jeder Gemeindevorstand ist verpflichtet, den zur Handhabung dieses Gesetzes berufenen Organen bei ihren Amtshandlungen über ihr Ansuchen Beistand zu leisten oder leisten zu lassen. Die Eisenbahn- und Dampfschiffahrtsunternehmungen sind verpflichtet, nach Anordnung der Vollzugsvorschrift Nachweisungen über den durch sie vermittelten Transport von Kohle zu liefern.

§ 12. Anmeldung steuerpflichtiger Betriebe. Wer in Österreich Kohle gewinnt oder aufbereitet, hat dies vier Wochen nach Kundmachung des Gesetzes, wenn der Betrieb aber erst später eröffnet werden soll, mindestens vier Wochen vor der Betriebseröffnung in der im Verordnungswege festzusetzenden Weise der Finanzbehörde anzuzeigen. Ebenso sind alle im Besitz oder im Betrieb oder in der Person des im Namen des Betriebsinhabers handelnden Betriebsleiters eintretenden Änderungen, die auf die Bemessung, Entrichtung oder Kontrolle der Steuer Einfluß haben, anzumelden.

§ 13. Gefällsamtliche Überwachung. Die steuerpflichtigen Betriebe (§ 5, ZZ. 1 und 2) unterstehen der gefällsamtlichen Aufsicht. Die Finanzorgane sind berechtigt, in die über Tage liegenden Anlagen einschließlich der Geschäftsräume und Verladungsanlagen, solange darin gearbeitet wird, zu jeder Zeit, andernfalls während der Tagesstunden, einzutreten, Nachschau zu halten, in die finanzamtlich angeordneten Aufschreibungen Einsicht zu nehmen und die zur Kontrolle nötigen Erhebungen zu pflegen. Der Unternehmer ist verpflichtet, nach den Anordnungen der Vollzugsvorschrift über die gewonnenen, bezogenen und verarbeiteten sowie über die bei ihm gemäß § 5, ZZ. 1 und 2, steuerpflichtig gewordenen Mengen Kohle Aufschreibungen zu führen, den Überwachungsorganen über Verlangen innerhalb der Betriebsräume eine geeignete Schreibstube samt entsprechender Einrichtung, Beleuchtung und Beheizung unentgeltlich bereitzustellen und den in Ausübung der Kontrolle erscheinenden Finanzorganen die erforderlichen Auskünfte zu erteilen, die nötigen Hilfsmittel beistellen und Hilfsdienste leisten zu lassen. Den mit besonderem Auftrag versehenen Finanzbeamten ist auf Verlangen zur Ausübung der Kontrolle die Einsicht in die Geschäftsbücher zu gewähren. Betriebe, deren Unternehmer oder Betriebsleiter wegen Verkürzung der Kohlensteuer rechtskräftig verurteilt worden sind, können besonderen Aufsichtsmaßnahmen unterworfen werden, deren Kosten der Unternehmer zu tragen hat.

§ 14. Strafbestimmungen. Auf die Übertretungen der Vorschriften über die Kohlensteuer finden die Bestimmungen des Strafgesetzes über Gefällsübertretungen samt den nachträglichen Anordnungen, in Dalmatien aber das für Verzehrungssteuerübertretungen bestehende Strafverfahren Anwendung. Die Bestimmungen über die Art und das Ausmaß der Strafen, über die Haltung für diese und über die Verjährung der Übertretungen werden für Dalmatien im Verordnungswege getroffen.

§ 15. Haftung für die Geldstrafen. Dem Unternehmer einer Grube (§ 5, Z. 1) oder Verarbeitungsstelle (§ 5, Z. 2) trifft, wenn er nicht selbst den Betrieb leitet, die Haftung für die gegen den Betriebsleiter als solchen ausgesprochenen Geldstrafen. Der Betriebsleiter wird als Täter der unangemeldeten oder vorschriftswidrigen Wegbringung von Kohle betrachtet, wenn er an der Wegbringung nicht schuldlos ist und der Gegenstand der Übertretung nicht zugleich Gegenstand eines Diebstahles oder Betruges war.

§ 16. Besondere Strafbestimmungen. Verjährung des Strafverfahrens. Bezüglich der Kohlensteuer wird das Strafausmaß nachstehender Paragraphen des Gefällsstrafgesetzes abgeändert, wie folgt: für § 344 auf K 4 bis 400, für § 348 auf K 10 bis 400, für § 389 auf K 400 bis 10 000, für § 390 auf K 400 bis 10 000, für § 319 auf K 200 bis 2000, für § 455 auf K 200 bis 2000, für § 458, Alinea 2, auf K 400 bis 10 000.

Die Geldstrafe wegen unangemeldeter Wegbringung von Kohle ist in keinem Falle mit einem geringeren Betrage als K 1000 auszusprechen. Die nicht einer besonderen Strafe nach dem Gefällsstrafgesetze unterliegenden Übertretungen der Vorschriften über die Kohlensteuer sind mit Geldstrafen von K 4 bis 1000 zu ahnden. Der Zeitraum der Verjährung für die durch ein Straferkenntnis noch nicht ausgesprochenen Geldstrafen bei Übertretungen der Vorschriften über die Kohlensteuer wird mit drei Jahren festgesetzt.

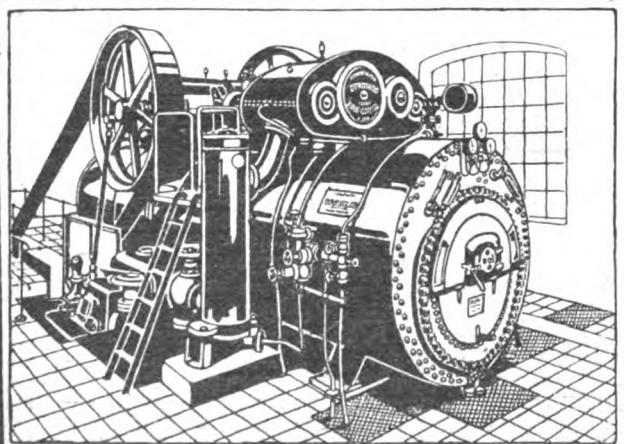
§ 17. Übergangsbestimmungen. Wenn bei Inkrafttreten dieses Gesetzes Verträge über Lieferung von Kohle oder von aus Kohle hergestellten festen Brennstoffen, oder von elektrischer Energie, Gas, Wasser, Heizung oder Dampfkraft, oder Preisvereinbarungen über derartige Leistungen bestehen, ist der Lieferer berechtigt, einen Preiszuschlag zu verlangen, welcher der auf die zu liefernde Kohlenmenge entfallenden Kohlensteuer oder der ihm durch die Kohlensteuer verursachten Erhöhung der Herstellungs-, Betriebs- und Bezugskosten entspricht. Soweit bei Inkrafttreten dieses Gesetzes Verträge über Ausbeutung von Feldern oder Feldesteilen durch Dritte bestehen, bei denen die als Entgelt zu zahlende Abgabe auf die Tonne Förderung sich ganz oder teilweise nach der Höhe der jeweiligen Verkaufs- oder Verrechnungspreise bestimmt, scheidet für die Berechnung der Höhe der Tonnenabgabe derjenige Teil der jeweiligen Kaufs- oder Verrechnungspreise aus, der durch die Kohensteuer bedingt ist.

§ 18. Das Gesetz gilt für die österreichischen Länder mit Ausnahme der Zollausschlüsse, tritt, soweit nicht anderes bestimmt ist (§ 12), am 1. Mai 1918 in Kraft und bleibt für die Zeit bis 31. Juli 1920 in Wirksamkeit. Mit dem Vollzuge ist der Finanzminister im Einvernehmen mit den beteiligten Ministern beauftragt.

In den Beilagen zum Motivenbericht sind eine Reihe von statistischen Angaben tabellarisch zusammengestellt, von denen einige hier des allgemeinen Interesses wegen angeführt seien.

Zur Erzeugung von Steinkohlenbriketts wurden in Österreich im Jahre 1914 1·733 Mil-

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



Aktiengesellschaft für Maschinenbau
vorm. BRAND & LHUILLIER in Brünn
Lokomobilen, fahrbar und stationär. liefert
Hocheffekt-Dampfmaschinen.
Schnellaufende Dampfmaschinen (Kapseltype) für elektrische Zentralen.
Burkhardtkessel (Patent). Bei hoher Spannung größtmöglichste Dampferzeugung, bezogen auf den Boden-Quadratmeter, für große Zentralen besonders geeignet.
Sicherheits-Doppeldampfraum-Kessel mit gemeinsamem Wasserraum, System „Bul" (Patent).
Dampfkessel aller Systeme.
Ekonomiser, Temperaturregler (Patent), Dampfüberhitzer, Transmissionen, Rohrwerkstätte etc. etc.

lionen q Steinkohle (— 87 000 q im Jahre 1913) im Werte von 1·495 Mill. Kronen (— K 281298) verwendet; es wurden 1·935 Mill. q Briketts (— 26 439 q) im Werte von 2·926 Mill. Kronen (— 68 625 K) erzeugt. Zur Erzeugung von Braunkohlenbriketts wurden im Jahre 1914 verwendet 3·89 Mill. q Braunkohle und es wurden 2·294 Mill. q Briketts (— 207 051 q) im Werte von 2·412 Mill. q erzeugt.

Über die Erzeugung von Steinkohlenkoks und Nebenprodukten in Österreich seien die Zahlen für die Jahre 1913 und 1914 wiedergegeben:

		1913	1914
Verwendete Steinkohle	Mill. q	35·478	27·981
Erzeugter Koks	„ „	25·618	22·001
Ammoniumsulfat	q	320 764	279 839
Steinkohlentcer und Pech	„	923 955	793 345
Rohbenzol	„	98 525	131 876
Benzolpech	„	1 593	4 276
Naphthalin und Naphthalinöl	„	3 297	4 661
Ammoniakwasser	„	4 594	—

Die Kohlengewinnung, Ein- und Ausfuhr und Verbrauch hat im Jahre 1913 folgende Werte in Mill. q ergeben:

	Braunkohle	Steinkohle	Koks	Briketts
Gewinnung	273·783	164·599	25·618	4·459
Einfuhr aus dem Ausland	0·295	109·580	8·704	2·588
„ „ Ungarn	2·418	0·006	0·019	0·0004
„ insgesamt	2·713	109·586	8·723	2·589
Ausfuhr nach dem Ausland	70·013	6·735	3·640	1·412
„ „ Ungarn	2·100	11·090	6·220	0·005
„ insgesamt	72·113	17·825	9·860	1·417
Mehreinfuhr	—	91·761	—	1·171
Mehrausfuhr	69·4	—	1·137	—
Verbrauch inländischer Kohle	201·669	146·774	15·757	3·042
„ eingeführter Kohle	2·713	109·586	8·723	2·589
„ insgesamt	204·382	256·360	24·480	5·631

Der Kohlenverkehr zwischen Österreich und Ungarn sowie zwischen Österreich und Deutschland hat für das Jahr 1916 folgende Zahlen ergeben:

Ausfuhr nach Ungarn	24·262 Mill. q	für 76·918 Mill. Kronen
Einfuhr aus Ungarn	1·330 „ „	„ 3·146 „ „
Einfuhr aus Deutschland	106·04 „ „	davon 26·95 Mill. q nach Ungarn weiterversendet. *A.*
Ausfuhr nach Deutschland	60·541 „ „	

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen und Projekte.

Budapest. Die kommunalen Elektrizitätswerke, die Stadtbahn und die Straßenbahn haben unter dem Namen „Budapester Hydroelektrische Gesellschaft" ein Syndikat gebildet, das vorläufig als Studiengesellschaft zu untersuchen hat, welche ungarischen Wasserkräfte sich zur Erzeugung von elektrischem Strom eignen und ferner die Art der Zuleitung festzustellen. Die technische Kommission wird sich demnächst konstituieren und ein detailliertes Arbeitsprogramm aufstellen.

Székesfehérvár. Die Stadtgemeinde befaßt sich mit dem Projekte des Baues einer elektrischen Kraftanlage.

Mailand. Die Bredawerke errichten am Südabhang des Monte Rosa ein Wasserkraft- und Stahlwerk und nehmen zu diesem Zwecke eine Kapitalserhöhung von 25 auf 50 Mill. Lire vor.

Firmennachrichten.

Ing. D. Jakobovits, Generalsekretär des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins und derzeit auch Direktor der ungarischen Kriegsmetallkommission (Beratungsstelle des kgl. ungar. Handelsministeriums) wurde von der Ungarischen Städte- und Gemeindeförderungs-A.-G., Gründung der Ung. Hypothekenbank A.-G., zum geschäftsführenden technischen Direktor ernannt und trat demzufolge aus der Firma Bodnár és Társa aus.

Lloyd-Dynamowerke A.-G., Bremen. Die Erhöhung des Kapitals um 1 Mill. auf 2 Mill. Mark ist geplant.

Kölner Erzbergbau A.-G. Diese Firma hat im Verein mit der Allgemeinen Aluminium-Gesellschaft im Komitat Bibar einen Teil der dortigen Bauxitlagerstätten behufs Aluminiumgewinnung angekauft.

General Electric Co., London. Der Gesellschaft wird die Bergwerksmaschinenfabrik Fraser and Chalmers angegliedert.

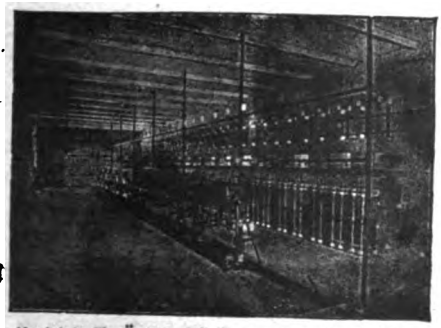
Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Felten & Guilleaume, A.-G. Wien. Die Bilanz für das abgelaufene Geschäftsjahr weist einen Reingewinn von K 3 727 705 auf, aus dem eine Dividende von 20% = K 80 (wie i. V.) zur Verteilung gelangt. Dem Steuerreservefonds werden 1 Mill. Kronen, dem Fonds zur Unterstützung kriegsbeschädigter Beamten und Arbeiter und deren Angehörigen K 250 000, der Bergmann-Stiftung K 50 000 zugewiesen, für außerordentliche Kriegsremunerationen werden K 160 000 verwendet und K 409 144 auf neue Rechnung vorgetragen. Auf der Tagesordnung steht auch ein Antrag auf Erhöhung des Aktienkapitals von 8·5 auf 10 Mill. Kronen.

Elektrizitäts-A.-G. vorm. Kolben & Co., Prag. Dem Geschäftsbericht für 1917 zufolge stand die Organisation der Werkstätten auch im verflossenen Jahre zum großen Teile im Dienste der Heeresverwaltung. Die Leistungen erfuhren trotz großer Schwierigkeiten eine Erhöhung von 25% gegen das Vorjahr. An Teuerungszulagen und sonstigen Zuschüssen wurden im Jahre 1917 K 1 627 667 ausgegeben. Die Kriegsanleihezeichnungen stiegen auf 3·1 Mill. Kronen. Der Reingewinn beträgt einschließlich des Vortrages von 1916 K 1 874 582 aus dem, wie bereits in Heft 11, „Anz.", S. 48, kurz gemeldet, 10% Dividende zur Verteilung gelangen. An Tantième für den Verwaltungsrat gelangen K 165 726 zur Auszahlung, dem Spezialreservefonds werden K 200 000, für Kriegsfürsorgezwecke K 50 000, der Pensionsanstalt für die Beamten K 100 000, dem Unterstützungsfonds für die Arbeiter K 100 000 und der Spezialkriegsreserve K 150 000 zugewiesen. Auf neue Rechnung werden K 434 917 vorgetragen. Für das laufende Jahr liegen reichlich Aufträge vor.

Budapester Straßenbahn. Die Bilanz weist für das Jahr 1917 einen Gewinn von 7·3 Mill. Kronen aus und ist um 1·6 Mill. Kronen niedriger als im Vorjahre. Dieser Ausfall wurde durch die Steigerung der Betriebsspesen sowie durch die Lohn- und Steuer-

Société Générale des Condensateurs Electriques
Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'schen Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

EMEM-Treibriemen aus Draht mit Papierfilzbelag
übertrifft die Lederriemen an Adhäsion und Reißfestigkeit, eignet sich hervorragend für leichte, schwere und schwerste Antriebe. Viele tausend Meter im Gebrauch.
Ostrau-Witkowitzer Eisen- und Drahtwarenfabriken Emil Mücke & Hugo Melder, Witkowitz i. M.

Kohlepapier und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

erhöhung verursacht. Die Dividende wird mit K 28 gegen K 34 i. V. in Vorschlag gebracht.

Straßen-Eisenbahn-Gesellschaft, Hamburg. Für das am 31. Dezember v. J. abgelaufene Geschäftsjahr 1917 wird eine Dividende von 10% (gegen 5% i. V.) verteilt. Der Reingewinn beträgt Mk. 3 282 084 gegen Mk. 1 490 726 i. V.

Hackethal-Draht- u. Kabelwerke, Hannover. Der Aufsichtsrat hat beschlossen, die Verteilung einer Dividende von 22% bei erhöhten Abschreibungen vorzuschlagen.

Sachsenwerke, Licht- u.-Kraft-A.-G., Niedersedlitz. Der Abschluß für 1917 ergibt einen Reingewinn von Mk. 4 089 096 gegen Mk. 2 676 281 i. V. An Dividende werden 30% gegen 20% i. V. vorgeschlagen. Die Aussichten für das laufende Geschäftsjahr werden als günstig bezeichnet.

Rostocker Straßenbahn. Die günstige Weiterentwicklung des Verkehrs im Jahre 1917 (Mk. 166 000 Mehreinnahme) ermöglicht voraussichtlich eine weitere Erhöhung der Dividende auf 8% (i. V. 7%).

Deutsche Kabelwerke A.-G., Berlin-Lichtenberg. Die Bilanz für 1917 ergibt nach reichlichen Abschreibungen einen Bruttogewinn von Mk. 2 028 239 gegen Mk. 1 316 342 i. V. Unkosten, Steuern und Abschreibungen erfordern Mk. 1 140 506 (Mk. 719 566 i. V.). Der Reingewinn beträgt Mk. 917 751 (Mk. 635 863 i. V.). Der am 16. April stattfindenden Generalversammlung wird die Verteilung einer Dividende von 10% gegen 8% i. V. vorgeschlagen.

Gas- und Elektrizitätswerk, Lissabon. Das Betriebsjahr 1916/17 ergab einen Verlust von 1 191 867 Milreis, gegenüber einem Verlust von 233 737 Milreis i. V. Trotz diesen ungünstigen Verhältnissen hat die Gesellschaft die nachgesuchte behördliche Bewilligung zur Erhöhung der Preise für Gas und Elektrizität nicht erhalten können. Mit dem Tage des Rechnungsabschlusses hat die Gesellschaft die Fabrikation von Gas eingestellt. Der elektrische Betrieb wird nicht unterbrochen. Bis auf weiteres wurde der Zinsendienst der Obligationen eingestellt.

□ Yorkshire Electric Power. Diese Kraftzentrale erzielte in dem am 31. Dezember abgeschlossenem Geschäftsjahre nach Abzug der für die Obligationen und Zinsen bezahlten Beträge einen Reingewinn von 33 258 Pfd. St. gegenüber 29 000 Pfd. St. im vorigen Jahre. Zuzüglich des Vortrages vom Vorjahre steht ein Reingewinn von 37 000 Pfd. St. zur Verfügung. Auf Stammaktien werden 5% Dividende gezahlt, gegenüber 3% des Vorjahres. Der Reservefond wird auf 12 000 Pfd. St. erhöht, während weitere 4300 Pfd. St. auf neue Rechnung vorgetragen werden. Zur Vermehrung der Maschinen und zur Erweiterung des Kabelnetzes im südlichen Teile des Verteilungsdistriktes werden seitens des Munitionsministeriums außer den bereits bewilligten 50 000 Pfd. St. weitere Beträge bewilligt bis zum Ausmaße von 122 000 Pfd. St. Mit der Spenborough and Elland Urban District Councils und der Electrical Distribution of Yorkshire sind Vereinbarungen getroffen worden, nach Kriegsende elektrische Kraft für die verschiedenen Distrikte zu liefern.

□ Societé générale suèdoise d'électricité. Diese Gesellschaft erhöht das Kapital von 33 auf 50 Mill. schwedischer Kronen. Die neuen Aktien werden zu 110% aufgelegt werden.

□ Società elettrica ed elettrochimica del Caffaro. Der Mailänder „Il Sole" enthält den Rechenschaftsbericht über das abgelaufene Geschäftsjahr der obgenannten Gesellschaft, welche ein Kapital von 6 Mill. Lire aufweist. Der Gesamtbetrag der Aktiva beläuft sich auf 13·5 Mill. Lire, Passiva 11·5 Mill. Lire, daher Überschuß 2 Mill. Lire; davon werden 5% dem Reservefond zugeschrieben und einem Sonderamortisierungs-Reservefond 1 650 000 Lire überwiesen. Die Dividende wird mit 8% bemessen.

□ Compagnie d'électricité industrielle. Diese Gesellschaft, welche ein Kapital von 10 Mill. Francs aufweist, hat Vorzugsaktien ausgegeben. Die Gesellschaft nützt die Wasserkraft im Tal Luchon (Picadère) aus, wo 30 000 PS zur Verfügung stehen. Ferner baut sie in Margen eine Zentrale für die Tagesproduktion von 100 t Calcium-Carbyd, 125 t Cyanamid, hinsichtlich derer die Gesellschaft mit der französischen Regierung zur Erzeugung von Salpetersäure einen Kontrakt eingegangen ist.

□ Einschränkung des Elektrizitätsverbrauches in Mailand. Der Zeitschrift „La Paix" ist zu entnehmen, daß in der lombardischen Hauptstadt ebenfalls einschneidende Verordnungen hinsichtlich des Verbrauches elektrischer Kraft in den Läden, öffentlichen Ämtern, Theatern, Kinos verlautbart worden sind. Eine dieser Verordnungen setzt die Lichtstärke für jeden m³ Raum auf eine halbe Kerze fest; die Schaufensterbeleuchtung mittels Elektrizität ist eingestellt worden. Elektrisches Licht darf nur für den strikt notwendigen Bedarf verwendet werden. Die Kontrolle der Zähler wird sehr streng gehandhabt. Der Monatskonsum von 10 kWh darf nicht überschritten werden, in Fällen wo derselbe früher ebenfalls nicht dieses Ausmaß erreicht hat. Der Verbrauch elektrischer Energie zu Heizungszwecken ist verboten, ausgenommen mit besonderer Bewilligung. Zur Stiegenbeleuchtung ist bloß eine Glühlampe per Stockwerk gestattet. Tagesvorstellungen in Kinotheatern und anderen öffentlichen Plätzen, mit Ausnahme von staatlich anerkannten Feiertagen, sind verboten. Die Vorstellungen dürfen nicht vor $\frac{1}{2}8^h$ abends beginnen. Die elektrische Straßenbahn stellt um 11^h nachts den Betrieb ein. Ähnliche Verordnungen betreffen den Verbrauch von Gas.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.

Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

Wien, 14. April **ANZEIGER** 1918 — Heft 15

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Eine neue Kondensatorbauart für Überspannungsschutz der Hochspannungs-Apparate-Bau-Gesellschaft in Dresden. Von C. Reindl. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Eine neue Kondensatorbauart für Überspannungsschutz der Hochspannungs-Apparate-Bau-Gesellschaft in Dresden.

Von **C. Reindl**, München.

In seinem Aufsatz „Die elektrischen Überspannungen in der Entwicklung der Hochspannungstechnik" in „E. u. M." 1917, Heft 51, bezeichnete Prof. Benischke die Schutzwirkung der Kondensatoren durch Reflexion der ankommenden Wellen und durch Bildung eines Kurzschlusses hiefür deswegen als sehr unvollkommen, weil man die gebräuchlichen Kondensatoren nur „in den Nebenschluß" zur zu schützenden Wicklung legen könne. Nach Abb. 1, die diese Schaltung angibt, ist ohne weiteres einzusehen, daß der Kondensator *C* erst zur Wirkung gelangt, wenn die Überspannungswelle vom Verzweigungspunkt durch die Abzweigleitung *a* zur Erde und wieder zurück gelaufen ist. Bis zu diesem Augenblick zieht der zweite abgespaltene Wellenzug ungehindert in den zu schützenden Teil *T* ein. Es erhebt sich daraus die Forderung, Kondensator, zu schützenden Teil und Erde so nahe als möglich aneinander zu legen.

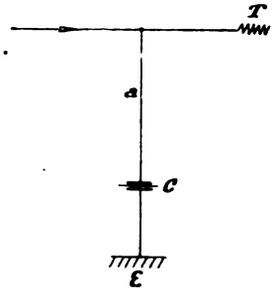


Abb. 1. Nebenschlußschaltung.

Abb. 2. Hauptstrom-Kondensator (D. R. P.).

Es sei nun hier auf eine neuartige Form von Schutzkondensatoren der Hochspannungs-Apparate-Bau-Gesellschaft in Dresden hingewiesen*), welche tatsächlich die Schaltung des Kondensators „im Hauptstrom" im Zuge der Leitung und unmittelbar vor dem zu schützenden Teil ermöglicht.

Auf einen Leiter *b* (Abb. 2), der zum Beispiel mittels konzentrischer Klemmen in die Leitung eingesetzt ist, sind Metallscheiben *c* aufgesetzt. Die Gegenscheiben sind, hievon isoliert, dagegen mit dem Mantel *e* verbunden und durch geeignete Konstruktionsteile gehalten, dazwischen eingesetzt. Der Mantel *e* ist geerdet, der ganze Apparat mit Öl oder hochwertigem Füllmaterial von großer Dielektrizitätskonstante gefüllt. Das Kennzeichen dieses Kondensators besteht eben darin, daß die Platten des einen Beleges auf ein in die Leitung selbst eingesetztes Leiterstück, also auf die durch den Kondensator hindurchgehende Leitung, aufgesetzt sind. Man erhält für diesen Apparat daher das Ersatzschema nach Abb. 3, das die Schaltung „im Hauptstrom" und die Möglichkeit, den Kondensator mit dem zu schützenden Teil und der Erde möglichst unmittelbar zusammenzulegen, erkennen läßt. Das schädliche Leitungsstück *a* der früheren Schaltung nach Abb. 1 ist hiebei ganz fortgefallen, der Kondensator muß von der Überspannung vollständig durchflossen werden und kann kein Teil der Überspannungswellen daran vorbei in die Anlage gelangen.

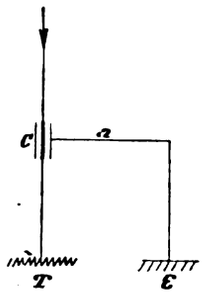


Abb. 3. Schaltung eines Hauptstrom-Kondensators.

Die vollkommenste Wirkung läßt sich erzielen, wenn Kondensator und Schutzdrosselspule unmittelbar zusammengebaut und unmittelbar auf die Klemme des Transformators oder dgl. aufgesetzt werden, welche durch D. R. G. M. geschützte, Anordnung aus Abb. 4a hervorgeht. Die Schaltung zeigt Abb. 4b. Alle zu Resonanz Anlaß gebenden Zwischenleitungen sind dabei vollständig vermieden und das einzige schädliche Leitungsstück, die Leitung vom äußeren Mantel des Kondensators zur Erde bezw. zum Potential Null (Erdpotential) kann auf die Länge von 1 bis 2 m beschränkt werden; diese schädliche Länge läßt sich noch verringern, wenn der Anschluß des Kondensators an das gut geerdete Transformatorengehäuse erfolgt.

Der Kondensator selbst läßt sich in seinen Abmessungen als Büchse mit verhältnismäßig geringem Durchmesser so halten, daß er bei hinreichend großer Kapazität mittels konzentrischen Anschluß auf die Transformatorenklemme unmittelbar aufgebaut werden kann, wodurch auch eigene Zellen für den Überspannungsschutz erspart werden. Die konstruktive Ausführung der Belege aus gedrückten Blechen gewährleistet Einfachheit und Billigkeit, etwaige Überschläge im Inneren sind bei Ölfüllung ohnehin ohne weitere dauernde Folgen, bei Füllung mit fester Ausgußmasse bietet das Auslaufenlassen und Eingießen einer neuen Füllung ebenfalls leichte Reparaturmöglichkeit.

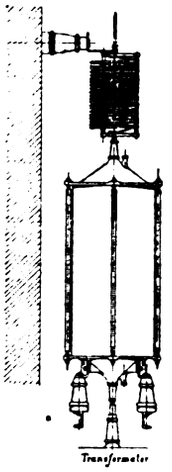


Abb. 4a. Aufbau des Hauptstrom-Kondensators (D. R. G. M.).

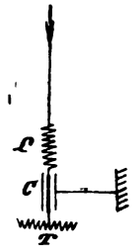


Abb. 4b. Schaltung zu Abb. 4a.

Mit der beschriebenen neuen Kondensatorbauart, deren Einführung sogleich nach dem Kriege erfolgen dürfte, ist ein wesentlicher Umstand, der bisher viele Mißerfolge mit diesem Schutzsystem erklärt und von Prof. Benischke in treffender Weise gekennzeichnet ist, vermieden und eine nicht zu unterschätzende Ersparnis am Platz und Leitungen ermöglicht.

*) D. R. P. Nr. 294 305.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Die Wasserkräfte Rumäniens. Die Donaunebenflüsse Schyl, Olt, Vedea, Argesul, Dambovita, Jalonuta, Sereth und Pruth mit ihren Nebenflüssen, die fast alle in 1000 m Höhe entspringen, geben unter normalen Verhältnissen, wie wir „Wasserwirtschaft" entnehmen, 5 Mill. PS. Davon sind bisher nur 3700 PS ausgenutzt. Die Wasserverhältnisse sind insoferne schwierige, als der Wasserstand sehr unregelmäßig ist; große Überschwemmungen wechseln mit vollständiger Austrocknung. Auch die Flußregulierung ist im Argen. Durch Anlegen großer Staubecken würde es aber möglich sein, die Wasserkräfte erfolgreich auszunutzen und der Industrie, die bisher 100 000 PS aus Kohlen und Heizöl gewinnt, billige Kraft zu liefern. Damit verbunden wäre die Schiffbarmachung der großen Flüsse und die künstliche Bewässerung der im Sommer unter großer Dürre leidenden Landstriche sein.

Die Kohlenschätze der Erde. Über die Schätzung des Vorkommens von Anthrazit, Stein- und Braunkohle auf der Erde, die im Laufe der letzten Zeit vielfach höher ausgefallen ist, als die Zahlen früherer Schätzungen schreibt G. Würfel im „Wirtsch. Arch.". Aus einem Bericht darüber in „Naturwissenschaften" entnehmen wir nebenstehende Angaben.

Unter der Annahme, daß der Weltverbrauch jährlich (1913) 1·3 Milliarden t beträgt, kann man mit einem Auskommen durch 6000 Jahre rechnen. Deutschlands Kohlenvorräte werden noch 1500 Jahre ausreichen, im Jahre 2500 wird von den Staaten Europas Deutschland allein noch eigene Kohlenvorräte

	Milliarden t
Deutschland	423·3
England	192·5
Frankreich	17·5
Rußland	60
Österreich-Ungarn	59
Italien	0·25
Belgien	11
Spanien	8
Niederlande	4·5
Spitzbergen	8
Asien	1279
(China	1000)
Nordamerikanischer Kontinent	5100
(Vereinigte Staaten	4000)
Ozeanien	170
Afrika	57
Südamerika	32

Digitized by Google

Anlagen.

Eine Aluminiumfabrik in Siebenbürgen. Wie verlautet, soll unter Teilnahme der Regierung in Siebenbürgen eine Aluminiumfabrik gegründet werden, welche das in Ungarn vorkommende Bauxit, das bisher nach dem Auslande exportiert wurde, im Inlande zu Aluminium verarbeiten soll. Die Regierung soll sich angeblich mit 20 Mill. Kronen an dem Unternehmen beteiligen. Der Betrieb soll auf der Ausnutzung der Erdgasquellen, bezw. auf der Verwertung von Wasserkräften basiert werden. Die Arbeit soll demnächst beginnen.

Firmennachrichten.

Kärntner Seekraftwerke, Ges. m. b. H., Wien. Unter dieser Firma wurde eine neue Gesellschaft eingetragen, die das Studium, die Projektierung und die Verwertung von Wassergefällsstufen der Drau, mit Verwendung des Wörthersees als Staubecken, behufs Errichtung elektrischer Anlagen und der Verteilung sowie Verwertung der gewonnenen Kraft und alle damit zusammenhängenden Arbeiten und Unternehmungen zum Gegenstande hat. Die Höhe des Stammkapitals beträgt K 500 000. Geschäftsführer sind: Ing. Eduard Pick und Adolf Slonitz, beide Direktorstellvertreter der Gesellschaft für elektrische Industrie A.-G.

Elektrizitätsgesellschaft Conti, Mailand. Die Gesellschaft erhöht ihr Kapital von 30 auf 46 Mill. Lire.

Kabel- und Gummifabrik Pirelli, Mailand. Die Gesellschaft erhöht ihr Kapital von 21 auf 24 Mill. Lire.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

□ Die finanziellen Ergebnisse einiger Elektrizitätswerke Englands. Die „Times“ vom 9. März bringt nebenstehende übersichtliche Tabelle über die finanziellen Ergebnisse einiger hervorragender Elektrizitätswerke. Diese Tabelle gestatte eine Übersicht über die Entwicklung der betreffenden Werke in den letzten fünf Jahren.

Es ist aus der Tabelle zu ersehen, daß von 14 Gesellschaften elf i. J. 1917 kleinere Dividenden zur Verteilung gebracht haben als im Jahre 1913, während bloß zwei Gesellschaften in der Lage gewesen sind, die Dividenden zu erhöhen. Die „County of London“ Elektrizitäts-Gesellschaft allein hat die 7%ige Dividende während der ganzen Periode von 1913 bis 1917 gleichmäßig aufrecht erhalten.

Im Herbst 1916 sind sämtliche Londoner Elektrizitätswerke mit den Strompreisen um 10% in die Höhe gegangen, was aber kaum die Verteuerung der Materialien zu decken vermochte. Seitdem haben dieselben die Preise wieder erhöht. Im übrigen wurde im letzten Jahre für einen größeren Betrag elektrischer Strom verkauft.

	1917	1916	1915	1914	913
	Dividende in Prozenten				
Bournemouth .	6	6	6	7	7
Central Electric	—	—	—	5	5
City of London	8	8	8	9	10
County of Lond.	7	7	7	7	7
Kensington and Knightsbridge	7	6	7	9	9
London Elect.	6% auf Vorz.-A. 0% auf St.-Akt.	4% auf Vorz.-A. 0% auf St.-Akt.	3*)	4*)	3*)
Metropolitan	4	3	3	3 5	4·5
Newcastle-upon Tyne . .	8	7	6	5 5	4·5
Notting Hill .	300	300	500	500	500
Oxford . . .	5	5	6	4·5	7
St. James' .	8 P	8	8	10	12
South London .	5	5	5	5	5 5
South Metropol.	6	4	4	—	—
Westminster .	9	7	7	9	10

*) Auf Stammaktien.

Der Londoner „Financial Times“ vom 5. März ist zu entnehmen, daß trotz

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

ELEKTROSTAHL G. M. B. H.
REMSCHEID-HASTEN
liefert:
Elektrostahlöfen
System Héroult-Lindenberg, für Dreh- und Wechselstrom zur Erzeugung von hochwertigem Edelstahl, Stahlformguß und sonstigen Eisen- und Stahlsorten, sowie zum Schmelzen von Metallen, von 2—30 Tonnen Fassungsvermögen für festen und flüssigen Einsatz und erteilt
LIZENZEN
für die Ausübung der auf die Herstellung von Elektrostahl bezughabenden durch Patente geschützten Verfahren.
In den beiden letzten Jahren wurden 24 Anlagen geliefert, hievon 8 nach Österreich-Ungarn; insgesamt befinden sich heute 143 Öfen dieses Systems im Betrieb und Bau.

Digitized by Google

höherer Kosten des Brennmateriales und anderer Lasten sowie der Wirkungen der Luftangriffe, die eine Verringerung der Bevölkerung der zentralen Distrikte Londons zur Folge haben, ein besseres Resultat erzielt worden ist, als in den vorhergegangenen Jahren.

Die South-London Elektrizitätsgesellschaft, welche ihren Jahresbericht veröffentlicht, verzeichnet eine Bruttomehrmehreinnahme von Pfd. St. 7600, die Reineinnahmen beliefen sich auf Pfd. St. 30 900. Es werden 5% Dividende ausbezahlt und der Betrag von Pfd. St. 2500 auf allgemeinen Reservefond gebucht.

Noch bessere Resultate erzielte die Londoner Electric Supply Co., deren Bruttoeinnahmen sich auf Pfd. St. 64 800 belaufen, gegenüber Pfd. St. 55 200 des vorhergehenden Jahres. Auf die Vorzugsaktien wird eine Dividende von 5% gegenüber 4% des Vorjahres ausbezahlt. Gegenüber dem Jahre 1914 sind die Lasten um 77% höher, während die verkauften kWh bloß um 5% höher sind.

Die Notting Hill Electric Lighting Co. verzeichnet ebenfalls eine angemessene Vermehrung der Brutto- und Nettoeinkünfte; es wurde für Pfd. St. 47 900 elektrischer Strom verkauft, gegenüber Pfd. St. 43 200 des Vorjahres, der Bruttogewinn war um Pfd. St. 1000 höher und belief sich auf Pfd. St. 24 300. Der größte Teil desselben wird jedoch durch die vermehrte Ausgabe für Obligationenzinsen und Einkommensteuer absorbiert. Es werden pro Aktie 3 Shilling Dividende verteilt.

Metallbericht. Vom amerikanischen Stahl- und Eisenmarkte kam Anfang April die bemerkenswerte Mitteilung, daß nach der Märzstatistik von 344 im Betriebe befindlichen Hochöfen die Roheisenerzeugung eine sichtliche Erhöhung erfahren habe. Die energischen Schwerindustriellen in den Vereinigten Staaten, die sicherlich das Menschenmögliche zur Überwindung der verschiedenen Produktionshemmnisse getan haben, ist dies demzufolge also gelungen. Der Markt stand unter dem Eindrucke eines bevorstehenden Riesenauftrages auf 100 000 Güterwaggons, von denen die Hälfte geschlossen sein wird. Die Roheisenproduktion betrug im Monat März 3 213 000 t gegen 2 319 000 t im Februar und 3 251 000 t im März vorigen Jahres. Die tägliche Produktionsziffer erhöhte sich im März auf 107 000 t gegen 85 000 t im Februar und 105 000 t im März 1917. Die Zahl der arbeitenden Hochöfen betrug, wie erwähnt, 344 gegen 324 im Februar und 331 im März vorigen Jahres.

Vom englischen Eisenmarkte lagen Mitte März seit längerer Zeit einige positive Nachrichten vor. Danach war die Marktlage eine feste. Cleveland-Roheisen Nr. 3 notierte 95 sh pro t für das Inland und 114 sh für das Ausland. Gemischte Sorten Ostküste-Hämatit 122 sh 6 d für heimischen Bedarf und 147 sh 6 d zur Ausfuhr nach den verbündeten Ländern.

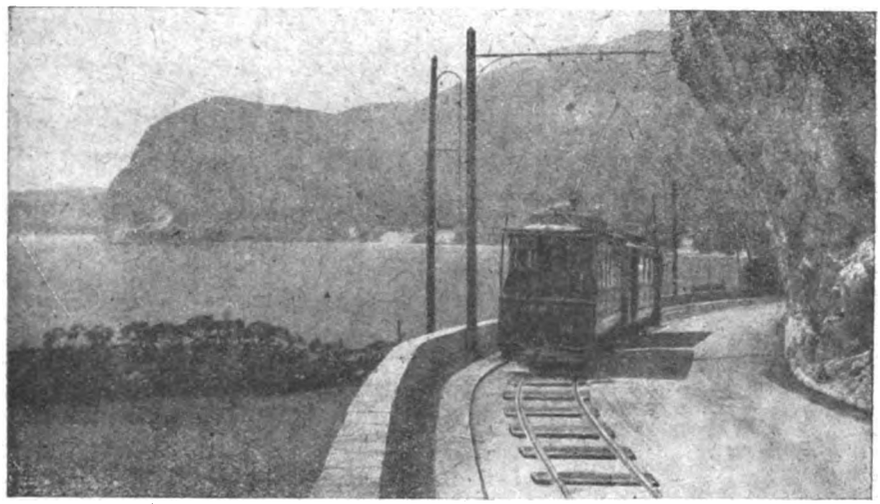
In Österreich lagen die Jahresberichte der führenden Montangesellschaften, Alpine Montangesellschaft, Prager Eisenindustrie und Oesterr. Berg- und Hüttenwerksgesellschaft vor, die sämtlich von den immer mehr sich steigernden Produktionsschwierigkeiten, namentlich gegen Ende des vorigen Jahres, Zeugnis ablegten. Abgesehen von der unaufhörlich zunehmenden Verteuerung der Roh- und Hilfsstoffe, den ständig anwachsenden Personalkosten und den erheblichen Lohnerhöhungen, legt auch die Beschaffung der Lebensmittel für die Angestellten und Arbeiter schwere Opfer auf. Hiezu gesellt sich die gänzlich unzulängliche Kokslieferung und die Kohlenknappheit sowie die wiederholt verfügten Eisenbahntariferhöhungen. An eine Vermehrung der Produktion ist unter den obwaltenden Verhältnissen nicht

·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.



·HIW·

Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

·HIW·

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

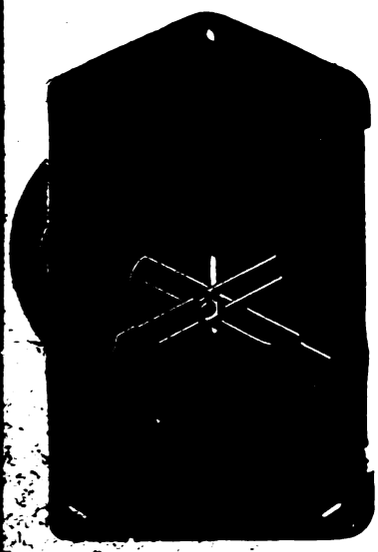
passend zu sämtlichen Zählertypen.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

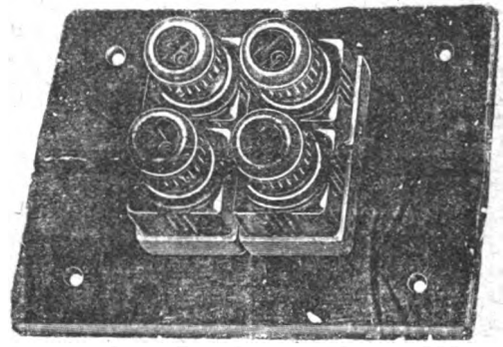
Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN



Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.987.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Digitized by Google

zu denken und es wird höchstens die Erhaltung der gegenwärtigen Leistungsfähigkeit anzustreben sein.

Gegenüber den Einwänden aus den Kreisen der Eisenwerke gegen die Art und Weise, nach der die von den Behörden bekanntgemachten Richtpreise für Eisen berechnet wurden, scheint das zuständige Überprüfungskomitee des zehnten Ausschusses der Zentralpreisprüfungskommission bis jetzt keine Nachprüfung eintreten lassen zu wollen. Es muß also damit gerechnet werden, daß die, ursprünglich bis Ende März festgesetzten Richtpreise bis auf weiteres automatisch weiterlaufen.

Im Staate San Domingo auf der westindischen Insel Haïti beabsichtigt eine dänisch-amerikanische Gesellschaft Kupfererzvorkommen in den Zentral-Cordilleras auszubeuten und das Konzentrat nach den Vereinigten Staaten zu senden.

In Amsterdam wurde ein genossenschaftliches Metallbureau errichtet, das die Metall- und Kupfergießereien, nach Möglichkeit mit Kupfer versehen soll. Die bedeutendsten Händler in Altmetallen gehören diesem Verbande an.

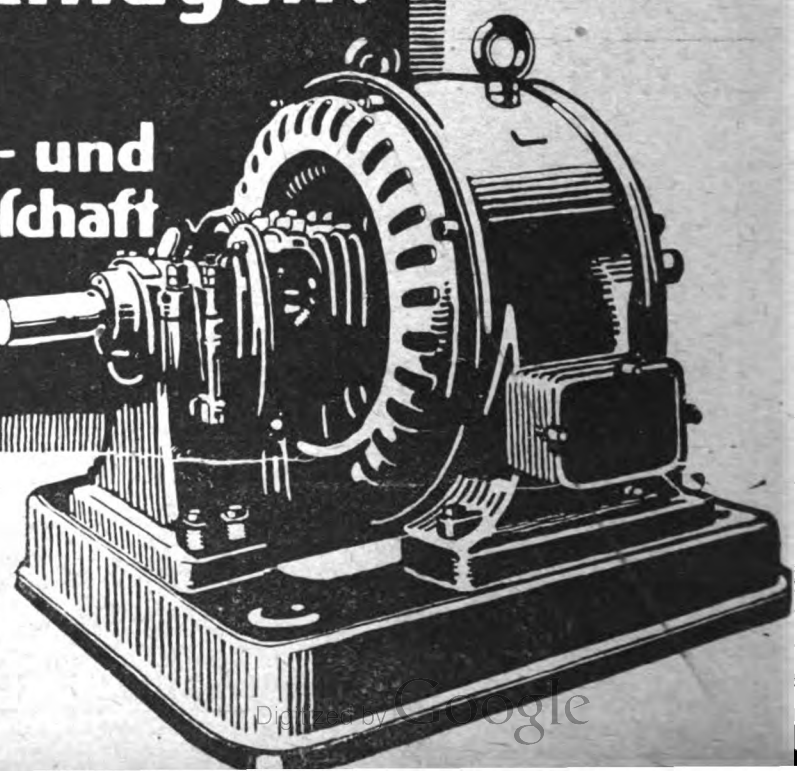
Auf der Londoner Metallbörse vom 26. März wurden die folgenden Notierungen festgestellt: Kupfer prompt 110, drei Monat 110, electrolytic 125 bis 121; Zink 54 bis 50; Zinn prompt 316, drei Monat 316, alles Pfd. St. pro t. Blei 30½ bis 29½ sh pro cwt. Diese Notierungen, namentlich diejenigen für Kupfer, haben, ebenso wie die offiziellen englischen Eisennotierungen, nur fragwürdigen Wert, da die Regierung einer natürlichen Preisentwicklung, die weit höhere Notierungen ergeben würde, schon längst einen Riegel vorgeschoben hat. *Lp.*

Verein zur Förderung österr. Erfindungen in Wien, I., Strobelgasse 2 (X. Vereinsjahr). Die Bestrebungen dieses Vereines sind gemeinnütziger Art und dessen Tätigkeit liegt auf dem Gebiete sozialer und wirtschaftlicher Fürsorge. Wie uns die Vereinsleitung mitteilt, sucht der Verein Fachleute und Praktiker aller Branchen zur Mitarbeit, insbesondere für das technische Prüfungskomitee, das durch die Kriegsverhältnisse eine Reihe mittätiger Funktionäre verloren hat. Diese Mitarbeiter sind jeder Beitrags- und Gebührenzahlung enthoben und haben im Monat höchstens einmal einer Sitzung des vorgenannten Komitees beizuwohnen. Meldende wollen sich gefälligst mit dem Vorsitzenden dieses Komitees Ing. Karl Young, XIX/2 Beethovengang 14, in direkte Verbindung setzen.

EMEM-Treibriemen aus Draht mit Papierfilzbelag
übertrifft die Lederriemen an Adhäsion und Reißfestigkeit, eignet sich hervorragend für leichte, schwere und schwerste Antriebe. Viele tausend Meter im Gebrauch.
Ostrau-Witkowitzer Eisen- und Drahtwarenfabriken
Emil Mücke & Hugo Melder, Witkowitz i. M.

DIE ALUMINIUMLOTE
Alufix, Magnalot, Alufer, Tachylot, Alulot und Duralot sind die einzigen Aluminiumlote, die an der Lötstelle eine Legierung der Metalle und daher eine unlösbare Verbindung herbeiführen.
(Patente ang. Wortmarken geschützt.)
Aluminiumlotwerke Alfred Hamburger, Wien, VII. Siebensterngasse 1.

Kohlepapier und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Elektrische Maschinen aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
Wien XVIII, Währinger Gürtel Nr. 137.
Telephon Nr. 95105.

Digitized by Google

Wien, 21. April **ANZEIGER** 1918 — Heft 16

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Wasserkraftanlagen in Österreich. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. Neue Bücher.

Wasserkraftanlagen in Österreich.

Zusammenstellung der von den politischen Verwaltungsbehörden in den Monaten Jänner und Februar 1918 im hydrographischen Zentralbureau vorgelegten Anzeigen, Projekte und konzessionierten Wasserkraftanlagen.

A. Projektierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Konzessionswerber	Bezeichnung der Werksanlage	Beanspruchtes Gefälle: Totales m	Beanspruchtes Gefälle: Nutz- m	Wassermenge: Höchst- sl	Wassermenge: Minimal- sl
1	Triestingbach	Donau	Baden N.-Ö.	Metallwarenfabrik Fridolin-Koller	Hydroelektr. Kraftanlage	4·08	3·50	2500	—
2	Kleine Krems	Donau	Krems N.-Ö.	Johann Kühtreiber	Säge und Mühle	8·00	6·90	300	100
3	Lavant	Drau	Wolfsberg Kärnten	Paul Swatek	Hydroelektr. Kraftanlage*)	6·25	5·80	5000	3500
4	Pölsfluß	Mur	Judenburg Steiermark	Vereinigte elektr. A.-G. Wien	Hydroelektr. Kraftanlage*)	27·5	27·00	7500	3000
5	Graabach	Drau	Spittal a. d. Drau Kärnten	Wilh. R. v. Ehrfeld	Hydroelektr. Kraftanlage*)	90·0	89·00	800	—
6	Trattenbach	Donau	Kirchdorf a. Krems N.-Ö.	Elektr. Ges. m. b. H. Windischgarsten	Hydroelektr. Kraftanlage	56·4	52·00	1000	500
7	Schwarze Aist	Donau	Perg O.-Ö.	C. Johann Merkens Pappen- und Papierfabrik in Schwertberg	Säge	1·75	—	2500	—
8	Salzach		St. Johann i. P. Salzburg	Mitterberger Kupfer-A.-G. Mühlbach	Hydroelektr. Kraftanlage	39·23	35·4	4500	4000
9	Mühlkanal d. Mur	Mur	Graz Steiermark	I. Grazer Aktienbrauerei	Hydroelektr. Kraftanlage	6·47	5·20	6000	—
10	Enns	Donau	Steyr O.-Ö.	Tramway- und Elektr. Gesellschaft Linz-Urfahr	Hydroelektr. Kraftanlage	15·83	14·09	120 000	—
11	Wottawafluß	Elbe	Strahlhoschtitz Böhmen	Johann Čermak	Mühle	—	2·05	8900	—

*) Abänderung.

B. Konzessionierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Gemeinde	Name des Besitzers	Bezeichnung der Werksanlage	Konzessions- bezw. Kollaudierungsurkunde	Bruttoleistung in *PS* bei: Höchstwasser	Bruttoleistung in *PS* bei: Minimalwasser
1	Traismühlbach	Donau	Tulln N.-Ö.	Tulbing	Leop. Bleichner	Mühle	Konz. Erk. B.H. Zl. 1284/4-B vom 1. November 1917	11	5·4
2	Feistritzbach	Drau	Villach Kärnten	Techanting	Josef Zollner	Hausmühle	Zl. 2043/2/B vom 11. August 1916	2	—
3	Egerfluß	Moldau	Komotau Böhmen	Tschermich	Alfred Bodenstein	Mühle	Statth. Zl. 7—947/1 vom Dezember 1917	69·1	—
4	Moldaufluß	Moldau	Kaplitz Böhmen	Hohenfurth	Böhm. Krumauer Papierfabrik Ign. Spiro u. Söhne	Hydroelektr. Anlage	Statth. Zl. 7—1721/8 vom 22. September 1912	7500	4000

Wirtschaftliche Nachrichten.

Die Wasserkraft der Rhône soll ausgenutzt und für Paris nutzbar gemacht werden. Eine die verschiedenen Projekte überprüfende Kommission hat sich, nach Mitteilung der „Schweiz. Bauz." für das Projekt von Blondel, Harlé und Mähl ausgesprochen. Dasselbe sieht bei Génissiat, 7 km südlich von Bellegarde, ein Kraftwerk vor. Dort soll ein 76 m hoher Staudamm errichtet und ein zwischen 64 und 69 m schwankendes Gefälle erzeugt werden, das 240 000 PS zu liefern vermag. Dadurch wird ein bis zur Schweizer Grenze reichender Stausee von 23 km Länge und 380 ha Oberfläche geschaffen.

Elektrizitätsversorgung in Frankreich. In einem Artikel in „Informations", Paris, über den Wiederaufbau der besetzten Provinzen von Frankreich, wird die Bedeutung der elektrischen Energie für diesen Zweck betont. Die jetzt von den deutschen Truppen besetzten Landstriche haben über 236 Stromverteilungsgesellschaften aufgewiesen, die ein Netz von 5000 km Leitungen bedienen; die gesamte Leistung betrug 60 000 PS. Die einzelnen Werke sind nicht sehr bedeutend, sie arbeiten alle nur auf ein kleines Gebiet und sind sehr unökonomisch. Die Chambre syndical des usines d'électricité hat nun ein Projekt zur Errichtung von mehreren Kraftwerken auf einheitlicher Grundlage ausgearbeitet. Es sollen überall Einheitsmaschinensätze von 5000 kW, Drehstrom von 50 Per/s, zur Aufstellung gelangen. Im ganzen werden 300 000 kW erforderlich sein, doch sollen für die erste Hilfe 100 000 kW ausreichen, die man in provisorischen Zentralen, eventuell mit den aus der Front entnommenen Erzeugergruppen einstellen könnte.

Als Beweis für die anwachsende Verwendung von elektrischem Strom zu Kraft- und Lichtzwecken wird auf Lyon hingewiesen, dessen Stromkonsum seit 1913 um 88% gestiegen ist.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Metallzentrale A.-G.

Die Metallzentrale A.-G. hat soeben einen ausführlichen, 143 Folioseiten umfassenden Bericht über ihre bisherige Tätigkeit*) erscheinen lassen, der außer genauen

*) Siehe den Bericht in E. u. M. 1917, Anz., S. 121.

Mitteilungen über die Entwicklung der Metallaufbringung, über die Rechtsverhältnisse der Gesellschaft, ihre Organisation und kommerzielle Gebarung noch eine Anzahl statistischer Aufstellungen über die Aufbringung von Requisitions- und Etappenmaterialien, von Kommerz- und Industriemetall und insbesondere auch über ihre propagandistische Tätigkeit enthält.

Da die Broschüre einen sehr interessanten Beitrag zur Beurteilung der Rohstoffbewirtschaftung im Kriege bildet, so soll von dem reichhaltigen Inhalt einiges hier wiedergegeben werden, so weit er nicht schon durch frühere Veröffentlichungen in diesen Blättern als bekannt vorausgesetzt werden darf*).

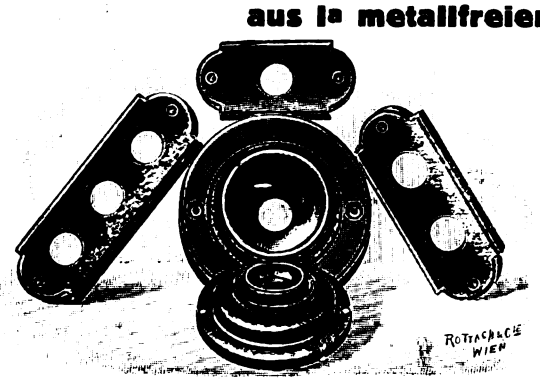
Die Gründung der Metallzentrale A.-G. in Wien erfolgte auf Grund einer Anregung der Kreditanstalt beim Handelsministerium im November 1914. Damals konnte die Deutsche Kriegsmetall-A.-G., die als Muster diente, schon auf eine mehrmonatliche Tätigkeit zurückblicken, war sie doch schon kurz nach Kriegsausbruch bekanntlich auf eine Anregung W. Rathenaus geschaffen worden. Aber während das Verhältnis derselben zur Heeresverwaltung sofort in klarer Form festgelegt und ihr ein bedeutender Staatskredit sowie Deckung für die erheblichen Kriegsrisken in ausreichendem Maße gewährt worden waren, so daß sie sofort energisch an ihre Tätigkeit zu gehen vermochte, konnte die österreichische Gesellschaft an ihre Aufgabe nur zögernd und unter Schwierigkeiten herantreten. Das Kapital von nur 1 Mill. Kronen wurde bei Interessenten durch Sammlung aufgebracht. Dem Kriegs- und Handelsministerium wurde statutenmäßig die Befugnis gewahrt, sich bei den Sitzungen durch Delegierte mit Vetorecht vertreten zu lassen. Erst im März 1917 wurde ein Regierungskommissär mit der ständigen Aufsichtsführung betraut. Satzungsgemäß wurde ferner festgestellt, daß ein über eine 5%ige Verzinsung des Aktienkapitals hinausgehender Überschuß für Kriegsfürsorgezwecke der Behörde zur Verfügung zu halten sei. Die Gesellschaft ist also nicht auf Gewinnerzielung aufgebaut. Anfangs befaßte sie sich hauptsächlich damit, Metalle zu beschaffen und richtete das Augenmerk naturgemäß in erster Linie auf den Ankauf im Auslande. Wohl nahm die Heeresverwaltung gleichzeitig Requisitionen vor, jedoch wahllos und ohne irgendwelches System. Erst im Februar 1915 wurde eine allgemeine Anzeigepflicht und Beschlagnahme sämtlicher Metalle angeordnet, wobei den Eigentümern das Verfügungsrecht genommen wurde. Die Fabriken, insbesondere die Munitionsindustrien wurden dadurch verhindert, nach eigenem Belieben einzukaufen und damit die Preise durch Überbietung ins Maßlose zu steigern. Vorausbezahlung der Metallieferungen wurde von der Militärbehörde angeordnet und dadurch ermöglicht, daß trotz des geringen Aktienkapitales Millionenumsätze erzielt werden konnten. Die Hauptschwierigkeit lag aber darin, eine großzügige Organisation für Einkauf und Verteilung der Metalle zu treffen. Um den Zwang möglichst auszuschließen, appellierte man an die Opferwilligkeit des großen Publikums und unterstützte die freiwillige Abgabe durch die Gewährung höherer Preise für freihändigen Verkauf als bei Zwangsabgabe. In geschickter Weise wurde dadurch die Arbeit erleichtert, daß ein Netz von legitimen Händlern zur Mitwirkung gewonnen wurde, deren Erfahrung, Kenntnisse, Beziehungen und Organisationen der Gesellschaft natürlich zugute kamen. Um den Schwierigkeiten der Lagerhaltung aus dem Wege zu gehen, ging die Gesellschaft eine feste Verbindung mit den drei größten Firmen der Metallbranche ein, welche die Metalle einzukaufen, die von der Militärverwaltung zugewiesenen Mengen zu übernehmen, sortieren, einzulagern und unter voller Haftung zu expedieren hatten. Die eigenen Lager dieser Firmen reichten bald nicht mehr aus; Exposituren in Graz, Prag und Salzburg mußten errichtet werden. Schließlich konnte doch die Anlage eines eigenen, mit allen modernen Behelfen ausgestatteten Zentrallagerplatzes nicht mehr umgangen werden und die Metallzentrale mußte eine eigene Kontrollabteilung für die Verrechnung einführen. Dazu kam, daß man bei der Feststellung der Provisionen noch keine Ahnung von dem gewaltigen Umfange, den dieses Geschäft erreichen würde, gehabt hatte und daß auch noch, nachdem bei einer Abänderung des Vertrages die Kommissionen vermindert worden waren, sie eine so gewaltige Höhe erreichten, daß die Metallzentrale das Verhältnis mit dem Konsortium zu lösen sich entschloß und bei Selbstübernahme der Arbeiten wesentlich besser fuhr. Die Organisation wurde immer umfassender. Eigene Zentralen wurden in Budapest und Sarajevo gegründet, ein reger Verkehr mit Deutschland unterhalten. Aus dem halben Dutzend Angestellten, mit denen die Tätigkeit begonnen hatte, wurde ein halbes Tausend, die Lagerplatzarbeiter und die kommandierten Militärpersonen nicht mitgerechnet. 213 legitimierte Altmetalleinkäufer, 514 Kriegsmetalleinkaufsstellen und 24 Vertreter für den Industriemetalleinkauf wurden zum Dienst für die Gesellschaft verpflichtet. Die Inanspruchnahme und Übernahme der Metalle selbst wurde von amtlichen Behörden durchgeführt, nämlich der k. k. Zentralrequisitionskommission, in der das Kriegs-, Landesverteidigungs-, Handels- und Arbeitsministerium vertreten sind, und den teils staatlichen, teils gemischt zusammengesetzten Übernahms-Kommissionen. Die Metallzentrale hat das an letztere abgelieferte Metall zu übernehmen, ferner den freihändigen Einkauf von Metall zu besorgen und die Zuweisungen des Kriegsministeriums zu erledigen. Alle vorhandenen Vorräte werden in Wochenlisten nach Menge und Beschaffenheit gebucht und kontrolliert. Gegen die Gefahr einer bei Friedensschluß sich eventuell ergebenden Entwertung wurde die Gesellschaft durch einen Vertrag mit der Militärverwaltung insoferne geschützt, als diese die Garantie für die dann etwa noch verbleibenden Restvorräte übernahm, wogegen sie sich die fallweise Genehmigung aller Käufe vorbehielt. Um die Größe der Geschäftstätigkeit zu beleuchten, mögen noch einige Ziffern genannt werden. Bis Ende September 1917 wurde Metall im Gewicht von über 100 000 t und im Werte von über 350 Mill. Kronen aufgebracht. Allein im dritten Geschäftsjahre wurden fast 10 000 Sendungen auf dem Lagerplatz übernommen. In 453 Orten wurden über 600 Einkaufsstellen errichtet, welche im Sommer 1916, der stärksten Zeit, in zwei Monaten nicht weniger als 2·5 Mill. Einlaufscheine ausfertigten, die im einzelnen natürlich nachgerechnet, überprüft, verglichen und kontrolliert werden mußten. Der gesamte Betrag der Rechnungen erreichte fast 400 Mill. Kronen, die Geldbewegung über 800 Mill. Kronen. Trotz geringer Zuschläge auf die Eigenkosten konnten bereits fast 2·5 Mill. Kronen für Kriegsfürsorgezwecke abgeliefert werden.

Auch einige Ziffern aus der Bilanz mögen wiedergegeben werden. Das Aktienkapital

*) E. u. M. 1917, Heft 19, Seite 225 ff.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrotechnisches Isoliermaterial
aus Ia metallfreiem Kulmschiefer.



Anfertigung von Grundplatten
für Hebelschalter, Sicherungen, Widerstände, Dosen, Taster, Rheostate usw. in allen Ausführungen: Matt gebeizt — Hochglänzend poliert, ähnlich wie belg. Marmor. Offerte nach Zeichnung, Modell oder Angabe.
Bester Ersatz für Marmor.
Spezialfabrik für Schieferisolationen
JOH. WONDRUŠKA, G. m. b. H.
Freiheitsau, Öst.-Schlesien.

Spezial-
Leitern-
fabrik

Franz Flir, G. m. b. H.
WIEN
XIII. Linzerstraße 92
Filiale: IV. Schleifmühlg. 1a

beträgt wie bereits bemerkt 1 Mill. Kronen (wie i. V.), die Reserven 3·778 Mill. Kronen (i. V. 0), Kreditoren in Höhe von 35·515 Mill. Kronen (10·545 Mill. Kronen i. V.) stehen Debitoren von 34·987 Mill. Kronen (8·823 Mill. Kronen i. V.) gegenüber. Die Barmittel sind mit 1·323 Mill. Kronen (2·032 Mill. Kronen i. V.) ausgewiesen, wozu noch 1·006 Mill. Kronen (i. V. 0) Effekten kommen. Die Warenkonti stehen mit 3·409 Mill Kronen (3·319 Mill. Kronen i. V.) zu Buch, der Bruttogewinn an Waren betrug 3·293 Mill. Kronen (1·198 Mill. Kronen i. V.) neben 0·041 Mill. Kronen (0·007 Mill. Kronen i. V.) Zinsen. Dagegen beliefen sich die Generalunkosten auf 0·873 Mill. Kronen (0·169 Mill. Kronen i. V.), neben denen Gehälter und Gratifikationen gesondert mit 0·654 Mill. Kronen (0·115 Mill. Kronen i. V.) ausgewiesen sind. Das Abschreibungskonto saldiert mit 0·044 Mill. Kronen (0·042 Mill. Kronen i. V.), das Zinsenkonto mit 1·388 Mill. Kronen (0·500 Mill. Kronen i. V.). Im Jahre 1915 ist auch ein Frachtenkonto mit 0·247 Mill. Kronen aufgeführt, das 1916 fehlt. Der Reingewinn beträgt einschließlich des Vortrags von 1916 0·436 Mill. Kronen (0·132 Mill. Kronen i. V.), von dem 5% als Dividende ausgeschüttet, 5% dem ordentlichen Reservefond und 0·250 Mill. Kronen einer Kriegsverlustreserve zugeführt wurden. Der Rest wurde auf neue Rechnung vorgetragen.

Wenn auch der Reingewinn im Verhältnis zum Aktienkapital sehr bedeutend ist, kann er doch vom Gesichtspunkte der Umsätze aus betrachtet nicht als übertrieben bezeichnet werden. Denn die Schaffung bedeutender Reserven ist ein Gebot kaufmännischer Vorsicht, da bei der Liquidation der Gesellschaft möglicherweise ganz beträchtliche Entwertungsverluste eintreten können.

In welcher Weise die Metallzentrale durch technische Einrichtungen es ermöglicht hat, die großen in Form zahlloser Gebrauchsgegenstände im Lande lagernden Metallvorräte der Kriegswirtschaft nutzbar zu machen, ist an dieser Stelle schon zu wiederholtenmalen und ausführlich besprochen worden. Daß dabei gerade die elektrotechnische Industrie durch Kupferausbau aus zahlreichen Anlagen große Dienste geleistet hat, ist bekannt.

Naturgemäß ist auch die Metallzentrale ebenso wie alle Kriegszentralen wiederholt öffentlich angefeindet worden. Es ist dies ja auch erklärlich, denn die Unterordnung der Industrie und des Gewerbes unter behördliche Zwangsmaßnahmen, die Einschränkung der Tätigkeit der Händler, die Enteignung tausenderlei teils schwer entbehrlicher, teils den Besitzern ans Herz gewachsener privater Gebrauchsgegenstände sind nicht besonders geeignet, Sympathien für die mit der Durchführung solcher Maßregeln betrauten Organe zu erwecken, ebenso wenig wie der Steuerexekutor ein gern gesehener Gast ist. Wenn man sich aber mit dem Gedanken abgefunden hat, daß es sich hiebei auch um unumgängliche Opfer im Interesse der Vaterlandsverteidigung handelt, so wird man zugeben müssen, daß der Metallzentrale die Lösung ihrer ebenso neuen wie schwierigen Aufgabe, wenn auch an Einzelheiten ihrer Tätigkeit vielleicht das eine oder andere ausgesetzt werden kann, im großen und ganzen in mustergültiger Weise gelungen ist. *E. H.*

A.-G. der Rittnerbahn, Bozen. Dem erst jetzt erschienenen Geschäftsbericht zufolge betrugen die Einnahmen für 1916 K 133 615, denen Ausgaben in der Höhe von K 129 925 gegenüberstehen. Abzüglich der Zinsen ergab sich ein Jahresabgang von K 31 657.

Eisenburger Elektrizitätswerke A.-G. Der Reingewinn für 1917 beträgt K 363 580, aus dem eine Dividende von K 20 = 10% gegen 7% i. V. zur Auszahlung gelangt. Für Abschreibungen wurden K 120 000 verwendet.

Große Berliner Straßenbahn. Die Einnahmen für 1917 betrugen Mk. 61 203 759 gegen Mk. 49 410 922 i. V. Die Ausgaben Mk. 39 403 451 (Mk. 30 954 970). Abschreibungen betragen Mk. 11 107 893 (Mk. 8 515 679). Der Reingewinn beziffert sich auf Mk. 4 233 806 (Mk. 4 245 699). Der am 25. d. M. stattfindenden Generalversammlung wird die Ausschüttung einer Dividende von 4% wie i. V. vorgeschlagen werden. Der Rückgang der Leistung von 98 139 594 Wagenkilometern des Vorjahres auf 95 636 081 in 1917 war eine Folge der behördlicherseits für notwendig erachteten Betriebseinschränkungen. Dies vermehrte die Überbesetzung der Wagen und steigerte die Einnahmen für einen Wagenkilometer auf 62·31 Pfg. (Vorjahr 48·70 Pfg.). Für die Unterhaltung der Wagen wurden Mk. 9 143 562 aufgewendet gegen Mk. 5 473 804 im Jahre 1916; zwei Fünftel davon entfielen auf Löhne.

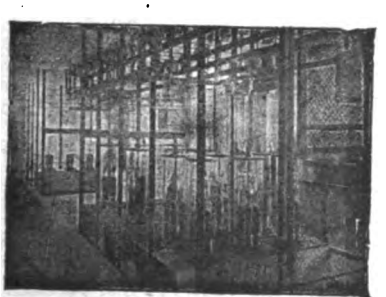
Sachsenwerk Licht- und Kraftwerk A.-G. in Dresden. Bei der jüngst stattgefundenen Generalversammlung fand ein Kampf zwischen der Mehr- und Minderheit der Aktionäre statt, welch letztere auch dafür eintraten, daß Vertreter der Minorität in den Aufsichtsrat zu wählen seien. Bei der Ersatzwahl legte der gesamte Aufsichtsrat sein Mandat nieder, wurde jedoch neu gewählt und bei der Neuwahl zum Aufsichtsrat, der um vier Mitglieder erhöht wurde, wurden ebenfalls wieder Angehörige der Majorität hinzugewählt. Die Minderheit gab einen Protest gegen die Gültigkeit der Wahl zu Protokoll und will diesen auf dem Klagewege zur Entscheidung bringen.

Elektrizitätsgesellschaft Alioth, Basel. Das 23. Geschäftsjahr 1917 dieses Unternehmens schließt laut Gewinn- und Verlustrechnung mit einem Saldo von Fr. 342 576 (i. V. Fr. 346 786) ab, woraus eine Dividende von 5% auf das 6 Mill. Franken betragende Aktienkapital zur Ausschüttung gelangen soll. Die Verzinsung des Obligationskapitales von 4 Mill. Franken benötigte Fr. 190 000 (i. V. Fr. 170 000). Verwaltungsspesen und allgemeine Unkosten stiegen von Fr. 35 859 auf Fr. 47 610.

□ Compagnie Électro-mécanique, Paris. Diese Gesellschaft, welche sonst Dampfturbinen und elektrische Maschinen erzeugt, ist zufolge Spezialisierung und Einrichtung ihres Betriebes in der Lage gewesen, der französischen Heeresverwaltung in hervorragendem Maße nützlich zu sein. Die Gesellschaft wurde im Jahre 1885 mit einem Anfangskapitale von Fr. 300 000 gegründet. Dasselbe wurde etappenweise auf den gegenwärtigen Stand von 15 Mill. Francs gebracht. Es gelangten 30 000 Aktien zur Ausgabe. Im Jahre 1911 hat sich die Gesellschaft mit der Gesellschaft Alioth in Lyon fusioniert. Die Werke in Bourget sind hauptsächlich auf die Erzeugung von Dampfturbinen eingerichtet. Die Gesellschaft besitzt die ausschließliche Fabrikationslizenz von Brown, Boveri & Co., Basel. Der Zeitschrift „Agence économique & financiere", Paris, zufolge betrug im Jahre 1916 der Bruttogewinn 2·7 Mill. Francs, netto sind 0·94 Mill. Francs verdient worden. Pro Aktie wurden Fr. 40 an Dividende gezahlt. Die im Jahre 1917 erfolgte Kapitalsvermehrung um 5 Mill. Francs hat die Gesellschaft in die Lage gesetzt, eine regere industrielle Tätigkeit zu entfalten. Gegenwärtig beabsich-

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

EMEM-Treibriemen aus Draht mit Papierfilzbelag

übertrifft die Lederriemen an Adhäsion und Reißfestigkeit, eignet sich hervorragend für leichte, schwere und schwerste Antriebe. Viele tausend Meter im Gebrauch.

Ostrau-Witkowitzer Eisen- und Drahtwarenfabriken Emil Mücke & Hugo Melder, Witkowitz i. M.

Kohlepapier und Farbbänder

für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei

Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Digitized by Google

tigt sie, die Betriebsmittel durch Ausgabe von 20 000 Aktien zu Fr. 500 weiter zu verstärken. Dieselben werden mit 6% verzinst. Der diesbezügliche Beschluß ist in der außergewöhnlichen Generalversammlung vom 28. Dezember 1917 genehmigt worden.

□ Ouest Parisien, Paris. Diese Gesellschaft, welche den Westen Paris mit Licht versieht, wird nächstens 20 000 Stück 6%ige in 10 Jahren zahlbare Schatzscheine, Nominale Frcs. 500, zum Preise von Frcs. 490 ausgeben. Die Transaktion wird durch die Banque de Paris et des Paye Bas durchgeführt.

□ Metropolitan Electric Supply, London. Gleich den übrigen Elektrizitätsunternehmungen Londons*) verzeichnet auch die obgenannte Gesellschaft in ihrem soeben veröffentlichten Berichte eine ziemlich namhafte Steigerung ihrer Einnahmen, die sich Brutto auf Pfd. St. 318 200 gegen Pfd. St. 277 900 im Jahre 1916 belaufen. Die Nettoeinnahmen sind trotz erhöhter Kosten und nach erfolgten Abschreibungen um Pfd. St. 6800 höher. Zur Verteilung steht ein Betrag von Pfd. St. 98 200 zur Verfügung gegenüber Pfd. St. 90 200 des vorhergehenden Betriebsjahres. Es werden 4% gegen 3% Dividende zur Ausschüttung gelangen. Das Resultat ist das beste seit dem Jahre 1913.

□ General Electric Company. Dem New-Yorker „Journal of Commerce" ist zu entnehmen, daß die General Electric Co. eine außerordentliche Generalversammlung einberief, um das Aktienkapital um 20 Mill. Dollars von 105 auf 125 Mill. Dollars zu erhöhen. Es soll eine Extradividende auf die Stammaktien zur Ausschüttung gelangen. Die Ausgabe der neuen Aktien erfolgt pari. Der Bestand an Aufträgen belief sich im Jahre 1915 auf 98 Mill. Dollar, im Jahre 1916 auf 167 Mill. Dollar und wird jetzt auf 230 Mill. Dollar geschätzt*).

□ Detroit Edison Company. Dem Rechenschaftsbericht über das abgelaufene Geschäftsjahr 1917 entnehmen wir nach der „Times" folgendes: Das Aktienkapital beläuft sich gegenwärtig auf 25·7 Mill. Dollar, die schwebende Schuld auf 23·2 Mill. Dollar, die Reserven auf 2·7 Mill. Dollar, die Bruttoeinnahmen auf 12·2 Mill. Dollar, die Reineinnahmen nach Abzug der Betriebskosten auf 3·6 Mill. Dollar.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Anzeiger, Seite 62.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 356.

Neue Bücher.

1684 **Röll, Dr. Frh. v.** Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. 2. vollständig neubearbeitete Auflage. 8. Bd. Personentunnel-Schynige Platte-Bahn. Wien 1917, Verlag Urban & Schwarzenberg.

2019 **Rieser Heinrich.** Jahrbuch der technischen Zeitschriftenliteratur. Ausgabe 1917 für die Literatur des Jahres 1916. Berlin und Wien, Verlag für Fachliteratur (Preis Mk. 5).

2294 **Halbertsma, Dr. Ing. N. A.** Winke für die Projektierung elektrischer Beleuchtungsanlagen.

2295 **Adolph, Dr. Ing.** Die Entwicklung des Personentarifs einer Überlandstraßenbahn des rheinisch-westfälischen Kohlenbezirks.

2296 **Strecker, Dr. Karl.** Die Telegraphentechnik. Sechste neubearbeitete und vermehrte Auflage. Berlin 1917, Verlag Julius Springer (Preis Mk. 10, geb. Mk. 11·60).

2297 **Grosse Oskar.** 40 Jahre Fernsprecher. Berlin 1917, Verlag Julius Springer (Preis Mk. 3).

2298 **Griesbeck, Ing. Ludwig.** Der Fernleitungsbau für Unternehmer, Vorarbeiter, Elektrotechniker und Monteure. Dießen-München 1917, Verlag von Jos. C. Huber (Preis Mk. 3).

2311 **Roth A.** Grundlagen der Elektrotechnik. 2. Auflage. Bd. 391. Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig-Berlin 1917, Verlag B. G. Teubner (Preis geb. Mk. 1·50).

2312 **Schulze F. A.** Große Physiker. Zweite Auflage. Bd. 324. Aus Natur und Geisteswelt. Leipzig-Berlin 1917, Verlag B. G. Teubner (Preis Mk. 1·50).

2332 **Seufert Franz.** Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Berlin 1917, Verlag J. Springer (Preis Mk. 5·60).

2333 **Schüle W.** Leitfaden der technischen Wärmemechanik. Berlin 1917, Verlag J. Springer (Preis Mk. 5·60).

2334 **Schreiber Dr.** Das Elektrizitätsphänomen. Wien 1917, Verlag Breitenstein.

2359 **Schreiber, Dr. Heinrich.** Der Aktienmantel. Wien 1917, Manzsche k. u. k. Hof-, Verlags- und Universitäts-Buchhandlung.

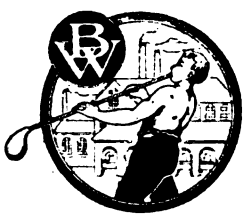
2359 **Laschinski O.** Die Selbstkostenberechnung im Fabriksbetriebe. Berlin 1917, Verlag Julius Springer (Preis Mk. 3).

2360 **Sachsenberg, Dr. Ing. Ewald.** Grundlagen der Fabrikorganisation. Berlin 1917, Verlag Julius Springer (Preis Mk. 8).

2363 **Protokoll des Industriellentages.** Bund Österreich. Industrieller, Industrieller Klub, Zentralverband der Industriellen Österreichs, Wien.

2364 **Kraft,** Kalender für Fabrikbetrieb. 27. Jahrg. 1918. Berlin, Verlag A. Ruhland (Preis Mk. 2).

2365 **Mitteilungen** über die Studien und vorbereitenden Maßnahmen der österr. Staatseisenbahnverwaltung zur Ausnützung der Wasserkräfte und zur Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen. Bearbeitet im k. k. Eisenbahnministerium. Wien. 1917.



Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Fabrik für
Telegraphenapparate
Telephon
und Wassermesser

LEOPOLDER & SOHN

Wien, III/1
Erdbergstraße Nr. 52
Telephon 3005

Leipzig-Schleussig
Saumestraße Nr. 86
Telephon 5869

Digitized by Google

Wien, 28. April **ANZEIGER** 1918 — Heft 17

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Beitrag zur Technik des Schoopschen Metallspritz-Verfahrens. Von K. Matzinger. — Rundschau. — Neue Bücher. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Metallbericht.

Beitrag zur Technik des Schoopschen Metallspritz-Verfahrens.

Von **K. Matzinger**, Hönggh-Zürich.

Die Entstehung der Schoopschen Metallüberzüge hat man sich bekanntlich so vorzustellen, daß nach und nach sich bildende Metalltropfen von einem Preßluftstrom erfaßt, auseinandergerissen und mit Wucht auf die zu überziehende Oberfläche aufgeschleudert werden*). Die Bildung von Metalltropfen wird erreicht, indem man durch geeigneten Drahtvorschubmechanismus einen Metalldraht automatisch durch eine Gebläseflamme (Knallgasflamme) führt. Das so flüssig gewordene Metall wird dann eben von dem zur Flamme konzentrisch angeordneten Preßluftstrom zerteilt und auf einen in gewissem Abstande hingehaltenen Gegenstand aufgetragen. Es ist nun naheliegend, daß je nach der Geschwindigkeit, mit der ein solch flüssiger Tropfen erfaßt wird, derselbe mehr oder weniger auseinandergerissen, das heißt in größere oder kleinere Moleküle zerteilt wird. Wir können nun in der Folge von einem sogenannten Zerstäubungsdruck reden und meinen damit denjenigen Druck, der nötig ist, den Metalltropfen die entsprechende Geschwindigkeit zu erteilen. Daraus geht hervor, daß durch Steigerung oder Verminderung dieses Zerstäubungsdruckes feinere oder gröbere Metallteilchen erhalten werden. In dem Zerstäubungsdruck haben wir also sozusagen ein Maß für die Feinheit des entstehenden Metallüberzuges bezw. der aufgespritzten Metallteilchen.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Seite 70, 211.

Bei der heutigen Metallspritzpistole beträgt der Zerstäubungsdruck zirka 1·5 at. Es fließen nämlich aus der Düse, die einen Mündungsquerschnitt von 14 mm² aufweist, minutlich zirka 350 l Luft, bei welchen Verhältnissen eben ein Druck von 1·5 at herrscht.

Wenn nun bei der Schoopschen Metallspritzpistole von einem Druck von 3·5 at gesprochen wird, so ist damit nicht der Zerstäubungsdruck, sondern der Betriebsdruck gemeint. Die Düse ist nämlich injektorartig angeordnet, so daß die Luft von 3·5 auf den Zerstäubungsdruck von 1·5 at expandieren muß, wodurch bis jetzt einzig ein einwandfreier Zerstäubungsprozeß erzielt wurde. Durch die Expansion wirkt nämlich die Luft saugend auf die Schmelzgase und ohne diese Saugwirkung war bisher ein tadelloses Arbeiten nicht möglich. Man darf eben nicht übersehen, daß man es bei der Metallspritzpistole nicht mit einem gewöhnlichen Schweißbrenner zu tun hat, denn der zur Verwendung kommende Luftstrom beeinflußt die Gase in hohem Maße.

Man hat kürzlich Versuche angestellt, den Zerstäubungsdruck zu erhöhen, um eine feinere Zerteilung des Metalles erhalten zu können. Es ist auch tatsächlich gelungen, den Zerstäubungsdruck auf 2·5 bis 3 at zu erhöhen, ohne den Betriebsdruck von 3·5 at steigern zu müssen und ohne schädlichen Einfluß auf den übrigen Zerstäubungsprozeß. Das Korn der so erhaltenen Metallteilchen ist ganz bedeutend feiner geworden. Der Grund zur Erlangung einer feineren Zerstäubung liegt auf der Hand, wenn man bedenkt, daß das Gefüge einer Metallschicht um so dichter ausfällt, je feiner das Korn ist. Um einige Anhaltspunkte über die Verbesserung der Dichte durch feinere Zerstäubung zu erhalten, sollen folgende Angaben mitgeteilt werden.

Zwei nach dem Spritzverfahren hergestellte Bleirohre mit 1 mm Wandstärke wurden unter Druck gesetzt (Wasserstoff 5 at) und in Wasser getaucht. Hiebei zeigte sich, daß das mit höherem Zerstäubungsdruck gespritzte Rohr gar keinen Wasserstoff mehr durchließ, währenddem beim anderen Rohre heftige Blasenbildung infolge Wasserstoffdurchlaß eintrat. Es wurden ferner Eisenplättchen mit Blei bespritzt:

	Zerstäubungsdruck
Nr. 1, einmaliger Überzug	1·5 at
„ 2, zweimaliger „	1·5 „
„ 3, einmaliger „	2·5 „
„ 4, zweimaliger „	2·5 „

Die Plättchen wurden alle in Wasser gelegt.

Nr. 1 war zu wenig dicht, so daß sich Rost bildete, bei 2 zeigten sich ebenfalls vereinzelte Roststellen, Nr. 3 und 4 blieben absolut rostfrei.

Die kurzen Angaben lassen wohl erkennen, daß man in der begangenen Richtung fortschreiten muß, um ohne mechanische oder anderweitige Nachbearbeitung der Spritzschichten zu noch besseren Resultaten bezüglich Dichte der Überzüge gelangen zu können.

Rundschau.

Elektrisch betriebene Walzwerke in England. Die Leistung der elektrischen Antriebe in den Eisenwerken Großbritanniens wird mit 300 000 PS geschätzt. Verhältnismäßig wenig ist der elektrische Antrieb der Umkehrwalzen mittels Schwungradumformer verbreitet. Bis 1914 gab es nach „Journ. Commerce, Liverpool" nur vier derartige Einrichtungen, davon zwei von nicht bedeutender Leistung; gegenwärtig bestehen neun Anlagen bis zu Leistungen von 20 000 PS. Ein 30"Zoll-Feinwalzwerk ist kürzlich als eines der ersten Englands in Betrieb genommen worden. Der Motor gibt vorübergehend Spitzenbelastungen bis 5300 PS. Er ist direkt mit dem Walzenstuhl gekuppelt, die Tourenzahl kann zwischen ± 180 pro min geändert werden. Der Motor erhält Strom von einem Schwungradumformer, bestehend aus einem Drehstrominduktionsmotor für 1800 PS, direkt mit einer zwischen 390 und 500 U. p. min laufenden Dynamo und einem 30 t schweren Schwungrad von 3·6 m gekuppelt. Das Schwungrad besteht aus einem Speichenkranz, an dessen Umfang zwei Gußstahlringe mittels Bolzen verbunden sind. Die höchste Umfangsgeschwindigkeit des letzteren beträgt 100 m pro min.

Drahtlose Telegraphie und Telephonie.

Funkentelegraphische Großstation in Peru.

Anfang Dezember 1917 ist in Cachendo eine neue drahtlose Station errichtet worden. Cachendo liegt bei Arequipa im südlichen Zipfel von Peru, unweit der Küste des Stillen Ozeans; die dort errichtete Station von 7·2 kW Antennenenergie steht sowohl mit der Hauptstadt des Landes, Lima, in 800 km Entfernung, als auch mit Iquitos am Amazonenstrom (1500 km) in Verbindung. Hiebei ist zu berücksichtigen, daß im letzteren Falle die Andenkette mit mittleren Höhen von 6000 m im Wege der Wellen liegt und, daß es sich um die Aufnahme von Funkentelegrammen unter den atmosphärisch schwierigsten Verhältnissen handelt. Die Verbindung mit Lima ermöglicht wiederum über die Telefunkenstation Mannos am Amazonas den Verkehr mit der Station Para an der Mündung des Amazonenstromes in den Atlantischen Ozean, eine Strecke von über 3300 km, so daß hiedurch der Stille Ozean mit dem Atlantik drahtlos verbunden ist. Die Station Cachendo steht ferner im funkentelegraphischen Verkehr mit allen Telefunkenstationen in den Republiken Bolivia, Chile, Argentinien, Paraguay, Uruguay, Brasilien usw., die sich innerhalb einer Reichweite von 2200 km befinden. Späterhin wird Cachendo mit noch einer Reihe neu zu erbauender Telefunkenstationen verbunden werden; für vier derselben ist das Material von „Telefunken" bereits vor dem Kriege geliefert, so daß ihr Aufbau noch in diesem Jahre vor sich gehen wird. Wie wichtig die Funkentelegraphie gerade für die Erschließung der dortigen Gegenden ist, erkennt man aus dem Umstand, daß die Post für den Hin- und Rückweg von der Hauptstadt bis zu kleinen Orten des Binnenlandes drei bis vier Monate braucht und daß Telegraphenlinien bei den häufigen Ungewittern der Anden und dem Pflanzenwuchs der Urwaldriesen immer wieder der Zerstörung ausgesetzt sind. Das Ergebnis der Stationstätigkeit ist viel weitreichender gewesen, als man in peruanischen Regierungskreisen gehofft hatte. Abgesehen davon, daß sie für Peru die Bedeutung eines vorgeschobenen Postens für die nationale Verteidigung hat, wird die Station Cachendo die Hauptstadt Lima mit den Orten des südlichen Binnenlandes verbinden und dadurch ein wichtiger Faktor für die Erhaltung und Entwicklung von Industrie und Handel daselbst werden.

Die peruanische Zeitung „El Comercio" berichtet nach einer uns zugehenden Mitteilung der „Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" in begeisterten Worten über die Einweihung der Station in Cachendo. Das Blatt vergißt aber zu erwähnen, daß auch diese Station, gleich den meisten Funkenstationen Südamerikas, nach dem deutschen System Telefunken gebaut ist. Noch vor Kriegsausbruch sind die einzelnen Teile der Station von der Telefunkengesellschaft an die peruanische Regierung geliefert worden; die Leitung des Baues lag in den Händen des Telefunkenbeamten Scherfe und des peruanischen Fachmannes Augusto Tanayo. Die für die Peruaner überraschenden Resultate der neuen Station beweisen aber nur aufs Neue, daß die deutsche Funkentelegraphie heute eine Vollkommenheit erlangt hat, die von keinem anderen Lande der Welt erreicht ist.

Digitized by Google

Drahtlose Telegraphie und Telephonie in den skandinavischen Ländern.

Über große Fortschritte in der drahtlosen Telegraphie der skandinavischen Länder berichtet „Z. f. Post u. Tel.". Demnach steht die Eröffnung einer Großstation in Stavanger bevor, die mit einer Station in Boston in Verbindung treten soll. Die Einrichtungen sind nach dem System Poulsen getroffen. Die Bedeutung dieses Systems erscheint durch die Mitteilung hervorgehoben, daß die italienische Regierung, die sich sonst nur des Systems Marconi bediente, das Poulsen-Patent enteignet hat. Eine „skandinavische Radiotelegraphen-Vereinigung" in Kopenhagen ist bestrebt, alle Funkentelegraphisten zu vereinigen.

Bemerkenswert ist auch die Nachricht, daß in Kopenhagen Versuche mit drahtloser Telephonie nach dem System von de Forest angestellt worden sind. Der drahtlose Sprechverkehr mit Schiffen im Großen Belt und Kattegat ist gut gelungen. Zwischen Bornholm und Kristianssö soll eine dauernde funkentelephonische Verbindung hergestellt werden.

Neue Bücher.

2373 **Bericht** der Metallzentrale-Aktiengesellschaft. Wien 1917. Verlag der Metallzentrale-Aktien-Gesellschaft.

2374 **K. k. österr. Handelsmuseum.** Bulgarien. Wirtschaftliche Verhältnisse 1915. Wien 1918, Verlag des k. k. österr. Handelsmuseums (Preis K 1·20).

2375 **Vereinigung gewerblicher Lehrer Sachsens.** Das sächsische Gewerbeschulgesetz. Dresden-Blasewitz 1918. Verlag Hermann Beyer & Co. (Preis 75 Pfg.).

2383 **Gesetz über die Elektrizitätswirtschaft.**

Wirtschaftliche Nachrichten.

Jahresversammlung der Vereinigung italienischer Elektrotechniker. Wie die „Tribuna" mitteilt, tagte kürzlich in Rom unter dem Vorsitz von Ing. Semenza ein Kongreß italienischer Elektrotechniker, der sich mit der Nachkriegswirtschaft beschäftigte, in welcher der elektrotechnischen Industrie, als Förderin aller anderen Industrien, eine hervorragende Rolle zugedacht wird. Der Kongreß hat folgende Beschlüsse gefaßt:

Besteuerung elektrotechnischer Fabriken. Der Kongreß betont die Notwendigkeit, das Land mit genügender und billiger elektrischer Kraft zu versehen; er hält dafür, daß die fiskalische Belastung der Produktion schwere Bedenken erweckt und geeignet ist, die Initiative zur Betätigung auf diesem Gebiete einzuschränken. Es wird daher an die Regierung das Ersuchen gerichtet, an Stelle der Abgabe auf die Erzeugnisse die Einkünfte der Unternehmungen stärker zu besteuern.

Pluviometrische und hydrometrische Erhebungen. In Anbetracht dessen, daß jüngst ausgedehnte pluviometrische Erhebungen vorgesehen worden sind, wird der Regierung anheimgestellt, auch eingehende hydrometrische Erhebungen zu pflegen.

Reibungskoeffizienten für Wasserläufe. Der Kongreß lädt die Leitung der italienischen elektrotechnischen Vereinigung ein, zu veranlassen, daß alle Wasserkraftunternehmungen systematisch jene Maßnahmen durchführen lassen, welche nötig sind, um die Reibungskoeffizienten in Wasserläufen unter den verschiedenen in der Praxis vorkommenden Betriebsumständen zu ermitteln.

Vereinheitlichung der Netzfrequenzen in Italien. Der Kongreß, welcher überzeugt ist, daß für die gegenwärtigen und zukünftigen Betriebsverhältnisse die Vereinigung bezw. Zusammenfassung der bestehenden Provinzwerke geboten erscheint, anerkennt die Notwendigkeit, die diesbezüglichen Studien fortzusetzen und beauftragt die Kommission für die Elektrifizierung mit einer Prüfung der Anregungen hinsichtlich einer einzigen Frequenz für den Austausch der Energie in Stromnetzen mit verschiedenen Frequenzen.

Organisierung des Kohlentransportes. Ausnutzung der Wasserkräfte und der heimischen Brennstoffe. Der Kongreß, welcher der Ansicht ist, daß die elektrische Kraft in immer steigendem Maße das schwere nationale Problem der Verringerung des Verbrauches ausländischer Kohle zu lösen vermag, sich aber von diesbezüglichen übertriebenen Ansichten fernhält und für die heimische Industrie auch in Zukunft keine Möglichkeit sieht, sich von ausländischer Kohle ganz loszusagen, beantragt, daß Maßnahmen ergriffen werden, um die Frachtschiffahrt und den Hafendienst auszugestalten, um möglichst wirtschaftlich den Kohlendienst zu versorgen, ferner, daß die Ausnutzung heimischer Wasserkräfte zur Stromerzeugung und heimischer Brennstoffe in vollem Maße ermöglicht und veranlaßt werde.

Verwertung der Patente. Der Kongreß, welcher die Frage der Ausnutzung der Patente im Interesse der heimischen Industrie geprüft hat, wünscht, daß die von den Staatsbahnen angewendeten Maßnahmen auch auf die staatlichen Telephonunternehmungen und auf die anderen staatlichen elektrischen Betriebe angewendet werden, um zu verhindern, daß bei Kriegsende die heimische Industrie in ihrer Entwicklung durch die Patentinhaber und Vereinigungen ausländischer Interessengruppen gehemmt werde.

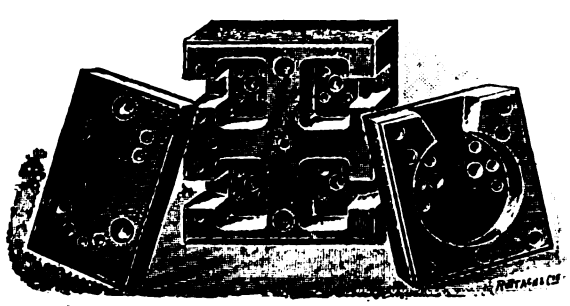
Nationalisierung heimischer Wasserkräfte. Um den nationalen Charakter der Ausnutzung heimischer Wasserkraft zu wahren, schlägt der Kongreß vor, daß dafür gesorgt werde, daß Personen oder Körperschaften, die Konzessionsträger sind, italienischer Nationalität seien, und daß die Verwaltung und die Betriebe zum größtmöglichsten Teile aus Italienern zusammengesetzt seien. *Ha.*

□ Die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie in den Vereinigten Staaten. Der Zeitschrift „Exportateur français" ist zu entnehmen, daß die Verdrängung der deutschen elektrotechnischen Industrie vom Weltmarkte die Entwicklung der amerikanischen Industrie ganz gewaltig gefördert hat. Im Hinblick auf die sowohl in England als auch in Frankreich der Ausfuhr gegenwärtig entgegengesetzten Beschränkungen, ist die amerikanische Industrie nach Ansicht des Blattes derzeit die einzige, welche in der Lage ist, die deutsche elektrotechnische Industrie am Weltmarkte zu ersetzen.

Nachstehende Zahlen veranschaulichen den enormen Aufschwung, den die amerikanische Ausfuhr in elektrotechnischen Artikeln seit Kriegsausbruch genommen hat: Vom 30. Juni 1914 bis 30. Juni 1915 betrug die Ausfuhr 105 Mill. Francs, im gleichen Zeitraum 1915 bis 1916 160 Mill. Francs und im Zeitraum 1916 bis 1917 275 Mill. Francs. Die Zunahme beträgt also 105% gegen das Jahr 1914*).

*) Vgl. Heft 8, Anz. Seite 81.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektro-technisches Isoliermaterial
aus Ia metallfreiem Kulmschiefer.

Anfertigung von Grundplatten
für Hebelschalter, Sicherungen, Widerstände, Dosen, Taster, Rheostate usw. in allen Ausführungen: Matt gebeizt — Hochglänzend poliert, ähnlich wie belg. Marmor. Offerte nach Zeichnung, Modell oder Angabe.
Bester Ersatz für Marmor.
Spezialfabrik für Schieferisolationen
JOH. WONDRUŠKA, G. m. b. H.
Freiheitsau, Öst.-Schlesien.

Spezial-Leitern-fabrik

Franz Flir, G. m. b. H.
WIEN
XIII. Linzerstraße 92.
Filiale: IV. Schleifmühlg. 1a

□ **Elektrizitätsbedarf in den Malaienstaaten.** In den verbündeten Malaienstaaten stehen nach „Electricity, London". 80 Elektrizitätswerke in Betrieb, davon 50 allein im Staate Perak. Die Werke liefern zum größten Teil Strom den Minendistrikten, wo zirka 8000 kW benötigt worden sind. Für Lichtzwecke wurden 2865 kW verbraucht. Der Gesamtbedarf an motorischer Kraft beläuft sich auf zirka 10 000 PS. Bei Kriegsausbruch hat England fast den Gesamtbedarf an elektrischen Maschinen und Apparaten des Landes gedeckt. Im Jahre 1913 betrug der Import aus Deutschland 9474 Pfd. St., im Jahre 1915 nur mehr 221 Pfd. St., um seither gänzlich zu verschwinden.

Anlagen.

Bruck a. d. Mur. Das Eisenbahnministerium hat der Stadtgemeinde Bruck a. d. Mur im Vereine mit dem Landtagsabgeordneten Josef Wolfbauer in Graz dem Bürgermeister der Stadt Bruck a. d. Mur Josef Knottinger und dem Gutsbesitzer Rudolf Ritter v. Leuzendorf in Vordernberg die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine von einem geeigneten Punkte der in der Stadt Bruck a. d. Mur geplanten Kleinbahn abzweigende, auf der Reichsstraße bis zur Einmündung des Lamingtales und sodann in diesem Tale bis Oberdorf bezw. Unterort führende, schmalspurige, mit elektrischer Kraft zu betreibende Bahn niederer Ordnung auf die Dauer eines Jahres erteilt.

Die Wolframproduktion der Welt. Von sämtlichen westeuropäischen Ländern ist Portugal am reichsten an Wolfram, das dort als Wolframit und Scheelit in Begleitung von Cassiterit vorkommt. „Mitteilg. Artillerie- und Geniewesen" entnehmen darüber „Génie civ." folgende interessante Einzelheiten: Eine französische und eine englische Gesellschaft gewinnen dort täglich bei 1 t Wolframit von 60% Gehalt an Wolframtrioxyd, etwas weniger gewinnt eine portugiesische Gesellschaft. Im Jahre 1914 wurden 1700 t Wolframit ausgeführt, zumeist nach England und Frankreich, wenig auch nach Amerika. Auch Spanien enthält drei Hauptlagerstätten für Wolframerze, die zusammen jährlich 300 t Wolframit ergeben; doch ist während des Krieges die Ausfuhr von seltenen Metallen verboten worden. Die gleiche Menge Wolframit bringt England aus seinen Wolframlagern in Cornwallis heraus; die Verarbeitung erfolgt sowie die der Erze aus Portugal in Liverpool. In Frankreich werden nur 70 t Wolframit zusammen mit Cassiterit gewonnen und mit den portugiesischen Erzen in Ugine (Savoyen) verarbeitet. Im Gouvernement Perm hat das europäische Rußland eine erst jetzt in Ausbeute begriffene Wolframerzlagerstätte, mit 1 t monatlichem Ertrag. Hingegen ist das asiatische Rußland reich an Wolfram. In der Umgebung von Borzia, einer Station der Transbaikalbahn, sind mehrere Fundstätten, zum Teil erst erforscht, zum Teil auf primitive Weise ausgenutzt; eine von ihnen ergibt 0·5 t im Tag, eine zweite 0·8 t monatlich. Deutschlands und Österreichs Förderung zusammen übersteigt nicht 300 t im Jahr. Von den (1913) auf der Erde gewonnenen 9775 t Wolframerzen gingen 4494 t nach Deutschland, das 800 t Wolframmetall ausführte. Argentinien hat früher seine ganze Produktion an Deutschland abgegeben, jetzt liefert es den Vereinigten Staaten von Amerika, wo 1917 6000 t Konzentrate gewonnen worden sind; durch Einfuhr aus Südamerika wurde der Bedarf von 8400 t gedeckt. Das wichtigste Produktionsland der Union ist Kalifornien. Bolivia und Peru haben 1917 das Doppelte erzeugt. Große Wolframlager weist China auf; es werden monatlich 100 t Konzentrate gewonnen. Rhodesien hat 1917 die Wolframgewinnung aufgenommen. In Australien wurde die Ausbeutung von Scheelitlagern planmäßig aufgenommen; vorläufig werden 150 t 60%-Konzentrate von einem Unternehmen im Jahre geliefert*).

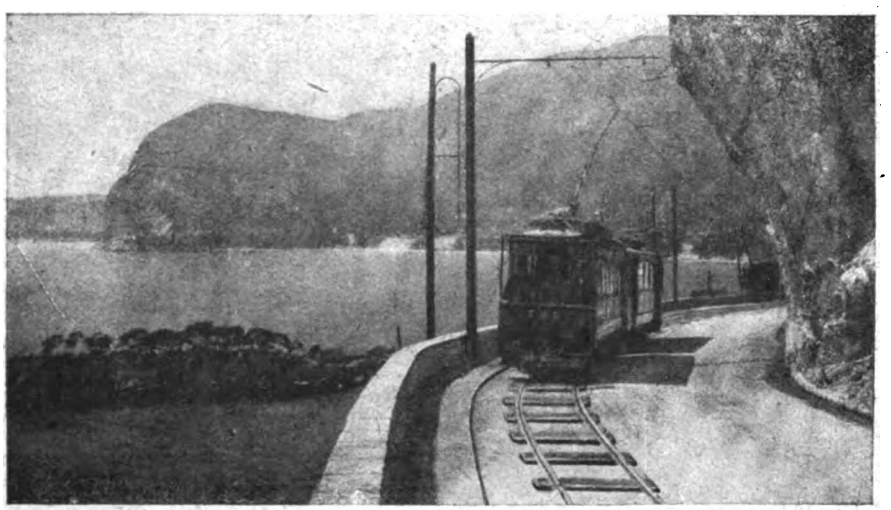
Eisenerzlager Rußlands. An der Spitze der russischen Eisenerzlager steht das Gebiet von Krivoirog (G. Jekaterinoslaw), das 200 Mill. t Erzvorräte von 60 bis 70% Eisengehalt aufweisen soll. 1913 betrug die Förderung 6·25 Mill. t, die Ausfuhr 6·463 Mill. t, davon giengen 87% nach Deutschland. Wie wir weiter einem Bericht in „Z. V. D. I." entnehmen, befinden sich reiche Erzlager auf der Halbinsel Kertsch; dort wurden 1913 0·473 Mill. t Erze von 40% Eisengehalt gefördert. Im Bezirk Korsak-Moglia findet sich Magneteisenstein mit 66% Eisengehalt. Im ganzen Ural kommen Lager von Eisenerzen mit 66% Eisengehalt vor, die 1913 1·42 Mill. t Eisen ergaben. Der Eisenerzvorrat Polens wird auf 300 Mill. t geschätzt. Reich an Eisenerzen sind der Kaukasus, ebenso Turkestan und Sibirien. Die gesamte Eisenerzeugung Rußlands im Jahre 1914 betrug 4·744 Mill. t, davon 34 000 t Schmiedeeisen, 832 000 t Bessemerstahl, 3·87 Mill. t Martinstahl, 8000 t Tiegelgußstahl. Im Kaukasus sind große und ergiebige Lager von Manganerzen vorhanden, die 55% Mn enthalten. Im Jahre 1912 sind 0·853 Mill. t, die Hälfte der Weltproduktion an Manganerzen in Rußland gewonnen worden.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 30.

Die Kohlenfelder Chinas. Die im Nordosten des Landes gewonnene Kohle stammt aus älteren Formationen. Dieser Teil des Landes, der die Provinzen Shantung, Chili, Honan und Shansi umfaßt, ist der kohlenreichste. Reiche Kohlenlager sollen sich, wie „Z. V. D. I." mitteilt, auch im Inneren der Mongolei, in der Mandschurei, in Tibet, dann in den südlichen Provinzen Kiangsö und Yunnan vorfinden. An Anthrazit liefert die Mandschurei 7000 t täglich. Im Jahre 1913 sind 15 Mill. t Kohle gewonnen worden. Der Kohlenreichtum Chinas wird auf 1260 Milliarden t geschätzt, darunter der der Provinz Shansi auf 714, von Yunnan auf 300 Milliarden t. Die Einfuhr an Kohle aus Japan beträgt jährlich trotzdem noch immer 1·5 Mill. t.

Metallbericht. Der Jahresabschluß der United States Steel Corporation, des sogenannten Stahltrusts, für das Jahr 1917 gibt ein Spiegelbild über die Lage der gesamten Stahl- und Eisenindustrie der Vereinigten Staaten in dem genannten Zeitraum; denn auch die im Stahltrust vereinigten großen Werke haben sich schon längst, ebenso wie ihre außenstehenden Konkurrenten, zu gemischten Betrieben entwickelt, indem sie sich Fabriken der weiterverarbeitenden Industrie, wie Waggonfabriken, elektrotechnische Werkstätten usw. im weitesten Umfange angliederten. Die Umsätze des Stahltrusts im Jahre 1917 erreichten ein Höhe von Doll. 1 683 963 000, überstiegen also, wenn man auch nur den Friedenskurs zu Grunde legt, die Summe von 8 Milliarden Kronen, eine Ziffer, die selbst an den gigantischen Verhältnissen des Weltkrieges gemessen als außergewöhnlich bezeichnet werden muß, nachdem schon die Vorjahre ständig steigende Ergebnisse gebracht hatten, nämlich 1916: Dollar 1 231 747 000, 1915: Doll. 726 684 000 und 1914: Doll. 558 415 000. Dabei ist zu berücksichtigen, daß kurz nach Eintritt der Vereinigten Staaten in den Kriegszustand die

·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·hiw·



·hiw·
Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).
·hiw·

Schalttafelklemmen
(Original Druseidt-Klemmen)
Billigste Bezugsquelle
Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Digitized by Google

Bundesregierung für einen großen Teil der Erzeugnisse Höchstpreise vorschrieb, durch welche der Geldwert dieser Erzeugnisse um ungefähr ein Drittel herabgemindert wurde; andernfalls wären die Gesamtziffern noch bedeutend höher ausgefallen. Die Gesamteinnahmen nach Abzug aller Aufwendungen für den Betrieb beliefen sich auf Dollar 304 161 000 gegen Doll. 342 979 000 im Vorjahre, Doll. 140 250 000 1915 und Dollar 81 650 000 1914. Die Reineinnahmen stellten sich auf Doll. 244 739 000 gegen Doll. 294 027 000 im Vorjahre, Doll. 97 868 000 1915 und Doll. 46 520 000 1914. Das Surplus des Jahres betrug Doll. 107 505 000 gegenüber Doll. 201 636 000 1916, Dollar 44 260 000 1915 und einem Defizit von Dollar 16 927 000 1914. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß der Nutzen des Vorjahres, trotzdem der Umsatz bei weitem den des laufenden Jahres nicht erreichte, nahezu doppelt so hoch war, was auf das oben erwähnte Eingreifen der Regierung in die Preisbildung zurückzuführen ist und durch welches der Staatskasse bezw. den Steuerzahlern des Landes nahezu 100 Mill. Dollars erspart worden sind. Es ergibt sich aber auch daraus ein Maßstab, welche Riesengewinne die amerikanische Industrie aus den Heeresbestellungen der Bundesgenossen herausgezogen hat. Auf die Vorzugsaktien wurden wie bisher Dollar 25 220 000 zur Ausschüttung gebracht, während die Summe für die Auszahlung der Dividenden auf die Stammaktien Doll. 91 494 000 betrug, das sind Doll. 17 per Aktie gegen nur Doll. 8·75 im Vorjahre trotz des damaligen höheren Gewinnes; aber die in der Zeit der Hochkonjunktur angesammelten großen Reserven ermöglichen der Verwaltung jede ihr als angemessen erscheinende Dividendenpolitik.

Wie dem B. T. vor kurzem gemeldet wurde, ist bezüglich der Lieferung schwedischer Erze, die für die deutsche Eisen- und Stahlerzeugung eine um so größere Rolle spielen, seit Deutschland von der Zufuhr von Erzen aus anderen überseeischen Ländern seit Kriegsausbruch abgeschnitten ist, eine befriedigende Verständigung über die Behandlung der vor Kriegsausbruch abgeschlossenen deutschen Kontrakte mit den betreffenden schwedischen Grubenbesitzern für die Zeit nach dem Kriege getroffen worden. Wie bekannt ist, bemüht man sich im feindlichen Lager schon längst, auf Schweden einen Druck zur Drosselung oder Unterbindung seiner Erzlieferungen nach Deutschland auszuüben, und gerade in letzter Zeit wurde diese Frage wieder akut, da die Entente die immer stärker werdenden Lebensmittelschwierigkeiten Schwedens als Handhabe zu benutzen versuchte, ihren Zweck zu erreichen. Da aber Schweden andererseits auf die deutschen Kohlenlieferungen angewiesen ist, so darf angenommen werden, daß es durch eine kluge Politik einen Ausweg aus seiner wenig beneidenswerten Lage finden wird, der eine Aufrechterhaltung seiner Erzlieferungen an Deutschland gewährleistet.

Die Gesellschaftsversammlung des deutschen Stabeisenausfuhrverbandes beschloß im vorigen Monat, die Verkaufspreise bis auf weiteres unverändert zu lassen. Im Zusammenhange damit bleiben auch die Höchstpreise für Lagerverkäufe im Eisenhandel auf der bisherigen Basis bestehen. Das Lagergeschäft ist beschränkt, da die Werke noch immer unzureichend liefern. Der Handel erwartet aber von der sich schon verschiedentlich bemerkbar machenden Entlastung des Eisenmarktes eine bessere Belieferung der Lager.

Am 12. April hat sich die österreichische Zentralpreisprüfungs-Kommission mit der eventuellen Abänderung der Richtpreise für Eisen beschäftigt; eine Entscheidung wurde jedoch noch nicht getroffen, und die weitere Beratung für die übernächste Woche in Aussicht genommen. Der Richtpreis für Eisen war, wie von uns gemeldet*), mit K 53 per 100 kg festgestellt, seine Gültigkeit jedoch mit Rücksicht auf die seitens der Eisenwerke gegen die Einführung von Richtpreisen überhaupt geübte Gegnerschaft, zunächst nur bis mindestens Ende März ausgesprochen worden. Nachdem seitens so bedeutender Unternehmungen wie der Alpinen Montan- und der Prager Eisenindustrie-Gesellschaft erklärt worden war, daß sie unter ungünstigeren Gestehungskosten arbeiten und daher auf einen Grundpreis von K 60 halten müßten, wird die Kommission nunmehr in eine Prüfung des einschlägigen Materials eintreten.

Wie die „Umschau" berichtet, sind in Spanien im Rondagebirge in der Provinz Malaga Vorkommen von Platin festgestellt worden, das qualitativ nicht hinter dem Uralplatin zurückstehen soll. Neben Eisen hat man dort bisher Chrom- und Nickelerze gefunden. In Rußland soll die Förderung bereits 1915 um 50% geringer gewesen sein als im Vorjahre, was aber kaum auf eine Erschöpfung der Minen, sondern auf die Kriegsereignisse zurückzuführen sein dürfte. Weitere Fundstätten dieses seltenen Metalls, dessen Wert schon vor dem Kriege den des Goldes um mehr als das Doppelte übertroffen hatte, sind noch in Kanada, den Vereinigten Staaten, Columbien, Borneo und Sumatra**).

Die Produktion von Quecksilber in Spanien beträgt nach dem „Statist" jährlich etwa 1400 t, in Italien fast 1000 t, in Österreich-Ungarn 800 t und in den Vereinigten Staaten 750 t. *Lp.*

*) Vgl. Heft 12 d. J., Ans. S. 52, in Heft 16 S. 64.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. S. 338.

Wien, 5. Mai. **ANZEIGER** 1918 — Heft 18

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Verordnung des Handelsministers, betreffend die Anzeige und den Verkehr in Maschinen und Kesseln. — Rundschau. — Literatur. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Verordnung des Handelsministers, betreffend die Anzeige und den Verkehr in Maschinen und Kesseln.

Mit einer Verordnung vom 21. Dezember 1915*) ist die Anzeigepflicht für verfügbare Antriebsmaschinen, elektrische Maschinen und Transformatoren vorgeschrieben worden. Die Anzeigen wurden bei einer auf Anregung des Handelsministeriums beim Elektrotechnischen Verein in Wien errichteten Maschinenvermittlungsstelle für amtlichen Gebrauch und private Nachfrage evident geführt. Durch eine im Reichsgesetzblatte Nr. 149, vom 23. April 1918 zur Verlautbarung gelangende Verordnung des Handelsministeriums wird diese Anzeigepflicht unter Ausdehnung auf kleinere Typen und Dampfkessel erneuert. Die erstmaligen Anzeigen sind an das Handelsministerium bis zum 15. Mai d. J. zu erstatten. Eintretende Veränderungen und die neu auf Lager oder außer Betrieb kommenden Maschinen sind jeweils innerhalb der Frist von acht Tagen anzuzeigen.

Die bisher der Anzeigepflicht unterworfenen Maschinen unterlagen keiner Verkehrsbeschränkung. Nunmehr hat es sich gezeigt, daß die Verkaufsfreiheit nicht aufrechterhalten werden kann. Der Kettenhandel hat sich des Geschäftes in steigendem Umfange bemächtigt und die geforderten Preise sind häufig ganz exorbitante. Auch erheischt die Lage des Maschinenmarktes, daß die Wichtigkeit des Bedarfszweckes bei der Auswahl des Käufers mitberücksichtigt werde. Mit einer zweiten im Reichsgesetzblatt Nr. 150 vom 23. April 1918 erscheinenden Verordnung des Handelsministeriums wird daher der Verkauf an die Bewilligung der genannten Zentralstelle gebunden. Diese Vorschrift gilt für die auf Lager oder außer Betrieb befindlichen und für alle gebrauchten Antriebsmaschinen, elektrischen Maschinen, Transformatoren und Dampfkessel mit Ausnahme kleinster Typen. Im Wege der Presse veröffentlichte Verkaufs- und Kaufanbote müssen den Namen und Niederlassungsort des Verkäufers und Käufers enthalten. Saisonbetriebe, welche die Maschinen und Kessel in der nächsten Betriebsperiode voraussichtlich wieder benutzen werden, ferner Eisenbahn- und Schiffahrtsunternehmungen sind zwar von der Anzeigepflicht ausgenommen, das Erfordernis der Abgabebewilligung gilt jedoch auch für diese Betriebe. Maschinen und Kessel, die nicht auf Lager erzeugt, sondern auf Bestellung der Verwender hergestellt werden, brauchen von den Erzeugern nicht angezeigt zu werden.

Nachstehend ist der Wortlaut der beiden Verordnungen veröffentlicht.

Verordnung des Handelsministers vom 23. April 1918 (R.-G.-Bl. Nr. 149),

betreffend die Anzeige von Maschinen und Kesseln.

§ 1. Unter den im § 2 angeführten Voraussetzungen unterliegen der Anzeigepflicht:

1. Antriebsmaschinen (Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Lokomobile, Verbrennungsmotoren, wie Gasmaschinen, Benzin- oder Spiritusmotoren und Rohölmotoren) von mehr als 5 PS nebst Zubehör;

2. Gleichstrommaschinen (Generatoren, Motoren oder Umformer) von mehr als 1 PS nebst Zubehör;

3. Wechsel- und Drehstrommaschinen (Generatoren und Motoren) von mehr als 1 kVA nebst Zubehör;

4. Transformatoren von mehr als 1 kVA nebst Zubehör;

5. Dampfkessel von mehr als 10 m² Heizfläche.

§ 2. Anzuzeigen sind Maschinen und Dampfkessel,

1. die sich auf Lager befinden,

2. die derzeit außer Betrieb stehen.

und zwar das erste Mal am 15. Mai 1918, nach dem Stande vom 25. April 1918.

Maschinen und Dampfkessel, die nicht auf Lager erzeugt, sondern auf besondere Bestellung der Verwender hergestellt werden, sind von den Erzeugern nicht anzuzeigen.

Von der Anzeigepflicht nach Punkt 1 und 2 sind Maschinen und Kessel ausgenommen, die sich in staatlichen oder militärischen Betrieben, ferner in Eisenbahn- oder Schiffahrtsbetrieben befinden.

Von der Anzeigepflicht nach Punkt 2 sind ausgenommen:

1. Maschinen und Dampfkessel der Saisonbetriebe (landwirtschaftlichen Betriebe, Zuckerfabriken u. dgl.), sofern ihre Inbetriebnahme für die nächste Betriebsperiode mit Sicherheit vorauszusehen ist;

2. Reservekessel in Betrieb stehender Kesselanlagen;

3. die zur Deckung der Höchstleistung erforderlichen Maschinen solcher elektrischer Anlagen, die starke Belastungsschwankungen aufweisen;

4. Reservetransformatoren bis zu einer Gesamtleistung von 15% der zu erwartenden Höchstbelastung der Verteilungsnetze.

Zur Sicherung des Betriebes unbedingt erforderliche Reservemaschinen und Reservemotoren im Betriebe befindlicher Kraftanlagen sind als solche in der Anzeige besonders zu bezeichnen.

Wenn die Inbetriebnahme derzeit außer Betrieb stehender Maschinen und Kessel ganzjähriger Betriebe innerhalb der nächsten drei Monate mit Sicherheit vorauszusehen ist, so ist dieser Umstand in der Anzeige anmerkungsweise hervorzuheben.

§ 3. Die Anzeige ist von jedermann, der solche Maschinen und Kessel besitzt, erzeugt, ausbessert, gebraucht, handelt, vermietet oder für andere in Verwahrung hält, zu erstatten.

In der Folge ist jeweils innerhalb der Frist von acht Tagen Anzeige zu erstatten:

a) wenn angezeigte Maschinen oder Kessel an andere abgegeben oder anderen in Verwahrung gegeben werden (§ 1 der Ministerialverordnung vom 23. April 1918, R.-G.-Bl. Nr. 150), und zwar unter Namhaftmachung des neuen Besitzers oder Verwahrers,

b) wenn Maschinen oder Kessel, die als nicht in Betrieb stehend angezeigt wurden, in Betrieb genommen werden,

c) wenn nach dem 25. April 1918 einer der Fälle eintritt, die gemäß § 2 die Anzeigepflicht begründen.

Zu den Anzeigen sind ausschließlich die bei den Handels- und Gewerbekammern aufgelegten amtlichen Anzeigescheine zu verwenden.

Die Anzeigen sind an das Handelsministerium einzusenden und werden von der Maschinenvermittlungsstelle beim Elektrotechnischen Vereine in Wien evident geführt.

§ 4. Die Einhaltung der Vorschriften dieser Verordnung wird durch das Handelsministerium unter Heranziehung der Gewerbeinspektoren oder anderer Organe und erforderlichenfalls durch die Militärverwaltung überwacht. Zu diesem Behufe können Betriebsräume und andere Anlagen amtlich besichtigt und Geschäftsbücher eingesehen werden und hat jedermann dem Handelsministerium und den Überwachungsorganen die geforderten Auskünfte zu erteilen.

§ 5. Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften dieser Verordnung sind von den politischen Behörden erster Instanz mit Arrest bis zu sechs Monaten oder Geldstrafe bis zu K 20 000 zu ahnden. Diese Strafen können auch nebeneinander verhängt werden. Die politische Behörde kann auch den Verlust der Gewerbeberechtigung aussprechen, wenn die Übertretung in Ausübung eines Gewerbes erfolgt ist.

§ 6. Die Verordnung tritt mit dem Tage ihrer Kundmachung in Wirksamkeit.

Wieser m. p.

Verordnung des Handelsministers vom 23. April 1918 (R.-G.-Bl. Nr. 150),

betreffend den Verkehr in Maschinen und Kesseln.

§ 1. Maschinen und Kessel, die der Anzeigepflicht nach § 1 und 2 der Ministerialverordnung vom 23. April 1918, R.-G.-Bl. Nr. 149, unterliegen, und gebrauchte Maschinen und Kessel der im § 1 der angeführten Verordnung bezeichneten Art dürfen nur auf Grund einer besonderen Bewilligung des Handelsministeriums an andere abgegeben oder anderen in Verwahrung (auch Miete u. dgl.) gegeben werden. Dies gilt auch für solche Maschinen, die bereits vor Inkrafttreten der Verordnung verkauft wurden, jedoch bis zum Tage des Inkrafttretens der Verordnung an die Käufer noch nicht abgeliefert sind.

§ 2. Die Bewilligung zur Abgabe (Vermietung, Übergabe in Verwahrung u. dgl.) wird grundsätzlich nur dann erteilt, wenn der Abnehmer oder Besteller die Msachinen oder Kessel für den eigenen Betrieb benötigt. Der Einschreiter kann sich auch der Vermittlung eines befugten Maschinenhändlers bedienen. Die Einschiebung mehrerer Vermittler beim Verkauf der Maschinen zwischen dem Erzeuger oder sonstigen Besitzer einerseits und dem Abnehmer oder Besteller andererseits ist untersagt. Zu den Bewilligungsansuchen sind die bei den Handels- und Gewerbekammern aufgelegten Vordrucke zu verwenden.

§ 3. Von den Vorschriften des § 1 sind ausgenommen:

1. Die Abgabe von Maschinen und Kesseln in Form von Bruch (Gußbruch, Alteisen).

2. Die Übergabe von Maschinen und Kesseln an andere lediglich zu Ausbesserungszwecken.

3. Die Übergabe von Maschinen und Kesseln an die von den politischen Landesbehörden gemäß § 28 der Verordnung vom 31. Jänner 1918, R.-G.-Bl. Nr. 37, bezeichneten Stellen.

Digitized by ÖNB/ONB

§ 4. Die Erzeuger und Händler haben ein Lagerbuch zu führen, aus dem jede Bestandsveränderung zu entnehmen sein muß.

Die Bestandsveränderungen müssen durch die entsprechenden Bewilligungen gedeckt sein.

§ 5. Im Wege der Presse veröffentlichte Verkaufsangebote und Kaufnachfragen für Maschinen und Kessel der im § 1 der Ministerialverordnung vom 23. April 1918, R.-G.-Bl. Nr. 149, bezeichneten Art müssen den Namen und Niederlassungsort (Wohnort) — im ersten Falle des Verkäufers, im zweiten Falle des Kaufwerbers — enthalten. Dies gilt für Maschinen und Kessel jeglicher Größe.

Ankündigungen, die dieser Vorschrift nicht entsprechen, dürfen zur Veröffentlichung nicht angenommen werden.

§ 6. Die Einhaltung der Vorschriften dieser Verordnung wird durch das Handelsministerium unter Heranziehung der Gewerbeinspektoren oder anderer Organe und erforderlichenfalls durch die Militärverwaltung überwacht. Zu diesem Behufe können Betriebsräume und andere Anlagen amtlich besichtigt und Geschäftsbücher eingesehen werden, und hat jedermann dem Handelsministerium und den Überwachungsorganen die geforderten Auskünfte zu erteilen.

§ 7. Wer in Bewilligungsansuchen (§ 2) unrichtige Angaben macht oder den Vorschriften dieser Verordnung in sonstiger Weise zuwiderhandelt, wird von den politischen Behörden erster Instanz mit Arrest bis zu sechs Monaten oder Geldstrafe bis zu K 20 000 bestraft. Diese Strafen können auch nebeneinander verhängt werden. Die politische Behörde kann auch den Verlust der Gewerbeberechtigung aussprechen, wenn die Übertretung in Ausübung eines Gewerbes erfolgte.

§ 8. Diese Verordnung tritt mit dem Tage ihrer Kundmachung in Wirksamkeit.

Wieser m. p.

Rundschau.

Staatliche Elektrizitätsversorgung in Preußen*). Das preußische Herrenhaus hat in seiner Sitzung vom 9. April 1918 gelegentlich der Beratung über den Gesetzentwurf, betreffend den Bau eines Dampfkraftwerkes bei Hannover**) eine Entschließung angenommen, in der es nach den veröffentlichten Zeitungsberichten heißt:

„*a*) Ein Gegensatz zwischen staatlichen und anderen Elektrizitätswerken ist zu vermeiden. Durch die staatlichen Maßnahmen ist die Entwicklung bestehender leistungsfähiger Elektrizitätswerke nicht zu beeinträchtigen, insbesondere ist deren Ausbau innerhalb des bestehenden Versorgungsgebietes nicht von einer Genehmigung der Behörde abhängig zu machen.

b) Vor Errichtung eines staatlichen Elektrizitätswerkes ist die Bedürfnisfrage unter dem Gesichtspunkte zu prüfen, ob die bestehenden Unternehmungen, die dem neuen staatlichen Werke zugedachten Aufgaben nicht bereits befriedigend erfüllen und, wenn das nicht der Fall ist, ob sie nötigenfalls nicht mit Staatshilfe in Form gemischt-wirtschaftlicher Unternehmungen entsprechend erweitert werden können.

c) Die Aufgabe der staatlichen Elektrizitätswerke ist im allgemeinen auf die Erzeugung und Fortleitung des elektrischen Stromes zu beschränken.

d) Die Kommunalverbände müssen hinsichtlich der Zuführung des Stromes an die Verbraucher volle Selbständigkeit behalten und ihr Recht zur Verfügung über ihre Straßen und Plätze darf nicht geschmälert werden.

e) Es darf kein Zwang gegen sie hinsichtlich Unterverteilung der Kraft ausgeübt werden.“

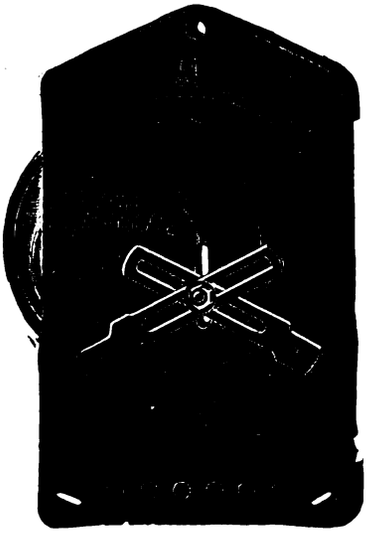
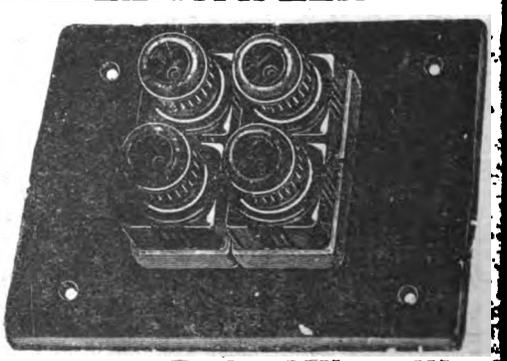
*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 6, Anz. Seite 22.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 368.

Im Hinblick auf die jetzt in Österreich schwebenden Erörterungen ist es von Interesse, daß die Elektrizitätspolitik Preußens die Abgrenzung des Arbeitsgebietes gegenüber den Kommunalverbänden vornimmt und jeden Anschlußzwang ablehnt.

J. L.

Der Elektroschnellförderer. Für Anlagen, wo es sich um den raschen Transport von Massengütern handelt, empfiehlt die Firma Fühles & Schulze, München, die sogenannten Elektroschnellförderer. Wie wir einer Beschreibung derselben im „Bayer. Indust. u. Gewerbebl.“ entnehmen, ist darunter ein elektrisch angetriebener, im Kreis- oder Pendelverkehr sich hin und her bewegender Wagen zu verstehen, der selbsttätig beschickt wird und an jeder Stelle der Laufbahn sich selbständig entleert. Beschicken, in Bewegung setzen, Anhalten, Entleeren erfolgt durch die Schwerkraft, Bremsen, Magnete, Steuerungen, Reguliervorrichtungen fehlen gänzlich, nur ein einfacher Schalter besorgt das Ein- und Ausschalten des Stromes. Bei einer Anlage zum Transport heißer Klinker besitzt die Geleisanlage 400 m Geleis. Der Wagen kann bei 100 kg Wagenfüllung stündlich 10 t leisten, die Fahrgeschwindigkeit ist 3 m/s, der Kraftverbrauch 0·5 PS. An den Enden der Laufbahn (im Pendelverkehr) wird der Wagen nach vorangehender Stromunterbrechung bis zur Ruhe verzögert und in umgekehrter Laufrichtung wieder beschleunigt. Der Strom wird erst eingeschaltet, wenn der Wagen auf der Laufbahn zufolge des Abwärtsrollens seine normale Geschwindigkeit erreicht hat, mithin sind Stromstöße vermieden. Als Laufbahn können Drahtseile oder Schienen dienen. Der am Beschickungsort ankommende Wagen löst einen Klappverschluß aus und nimmt die herausfallenden Klinker auf. Das Entladen erfolgt durch eine von Hand aus oder mechanisch betätigte Entladevorrichtung.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten
passend zu sämtlichen Zählertypen.
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!
Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN
Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.
Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Öst. Patent Nr. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Elektrisches Schweißen der Schiffswände wird an Stelle der Nietverbindungen nach „New York Tribune" in Amerika versuchsweise in Angriff genommen. Als Vorteile des Schweißens werden angeführt, daß der geschweißte Verband dichter und fester ist als der Nietverband, daß die glatten, geschweißten Schiffswände den Schiffswiderstand herabsetzen, was sich in einer 10%igen Ersparnis der Maschinenleistung ausdrücken soll, und daß es zum Schweißen keiner besonders geschulten Arbeiter bedarf; nach einigen Wochen Lehrzeit vermag ein Arbeiter in viel kürzerer Zeit den Schweißverband herzustellen, als dies beim Nieten der Fall wäre.

Kohlenförderung der Vereinigten Staaten. Nach den von der National City Bank in New-York zusammengestellten Zahlen betrug die Kohlenförderung der Vereinigten Staaten wie die „Deutsche Bergwerkszeitung" mitteilt:

	in Mill. t (short tons)	in % der Weltförderung
1830:	0·5	—
1840:	2	—
1860:	15	unter 10
1870:	—	15
1880:	71	21
1890:	158	34
1900:	270	—
1910:	502	43
1916:	590	44
1917:	za 650	45

Pennsylvania trägt am stärksten dazu bei mit fast 250 Mill t jährlich, Virginia mit 80, Illinois mit 60, Ohio mit 23, Kentucky mit 21, Indiana mit 17 und Alabama mit 15 Mill t. Seit vielen Jahren standen die Vereinigten Staaten an der Spitze der Kohlenförderung der Welt. 1913, im letzten normalen Jahr der Weltförderung, förderten sie mit 570 Mill. etwa 38% der Gesamtförderung von 1478 Mill., wozu Großbritannien 322, Deutschland 306, Österreich-Ungarn 60, Frankreich 45, Rußland 36, Belgien 25 und Japan 24 Mill. beitrugen.

Literatur.

Buchbesprechungen.

C. Regenhardts Geschäftskalender für den Weltverkehr 1918. 43. Jahrgang. Preis portofrei Mk. 5·50 = K 7·75. Verlag von C. Regenhardt, G. m. b. H., Berlin-Schöneberg. Der 43. Jahrgang dieses Geschäftskalenders wurde trotz der durch den Krieg verursachten Schwierigkeiten herausgegeben. Er enthält handelsstatistische Angaben und Adressen von Banken, Speditions- und Kommissionsgeschäften, Agenturen, Anwälten, Konsulaten, Hotels usw. in allen nennenswerten Orten der Welt, des Bahn- und Dampfschiffverkehrs, nebst einem Bezugsquellen- und Anzeigenregister. Bei den Konsulaten sind nur die offiziellen Veränderungen (ohne nähere Adressen) vermerkt, ohne daß die Kriegslage hiebei berücksichtigt wurde. Einen Anspruch auf Vollständigkeit kann dieser Kalender nicht erheben, weil auf dem auf zirka 1000 Seiten zusammengedrängten Raum naturgemäß nicht alle Adressen Berücksichtigung finden konnten. *L. R.*

Neue Bücher.

2384 **Bieske Erich, Ing.** Über Kalkulation im Brunnenbau auf Grund der im Maschinenbau üblichen Kalkulationsverfahren. Königsberg 1917, im Selbstverlage E. Bieske (Preis Mk. 3·50).

2385 **Donath Ed. u. Gröger A.** Die Treibmittel der Kraftfahrzeuge. Berlin 1917, Julius Springer (Preis Mk. 6·80).

2386 **Leiter, Dr. Hermann.** Zur Wirtschaftskunde Polens. Wien 1918, Compaßverlag.

2387 **Volk Carl.** Das Skizzieren von Maschinenteilen in Perspektive. Vierte Auflage. Berlin 1918, Verlag Julius Springer (Preis Mk. 2·—).

2388 **Lorentz R.** Die deutsche Lagerbuchführung. Stettin, Verlag Lorentz & Co., Kommandit-Ges. (Preis Mk. 1·50).

2389 **Schanzer, Ing. Max.** Flugmotoren, Wien 1918, Verlag der Waldheim-Eberle A. G.

2390 **Oetjen M.** Einheits-Stenographie (Stolze-Schrey). Methodisches leichtfaßliches Lehrbuch zum Selbstunterricht. Berlin 1918, Verlag L. Schwarz & Comp. (Preis Mk. 1·35).

2391 **Wohlberedt W.** Die einfache, die doppelte und die amerikanische Buchführung. Zum Selbstunterricht. Berlin 1918, Verlag L. Schwarz & Co. (Preis Mk. 1·35).

2392 **Brick H.** Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Zweite Auflage. Leipzig 1918, Verlag B. G. Teubner (Preis Mk. 1·50).

2393 **XXV. Jahres-Bericht des Sonnblick-Vereines für das Jahr 1916.** Wien 1917, im Selbstverlag des Sonnblick-Vereines.

2394 **Zipp H.** Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik. Lehrbuch für Ingenieure und Studierende. Zweite Auflage. Leipzig 1917, Verlag von Oskar Leiner (Preis gebd. Mk. 25·—).

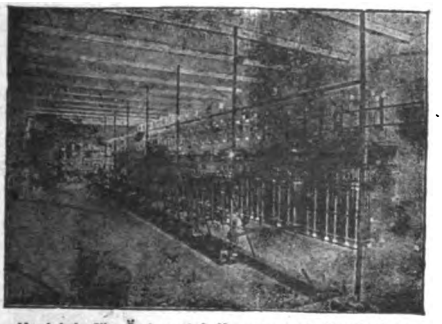
Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Staatliche Aluminiumerzeugung in Ungarn. Das reiche Bauxitvorkommen im Biharer Komitat hat die ungarische Regierung veranlaßt, Maßregeln zu treffen, damit Aluminium im Lande selbst erzeugt werde. Die Staatsverwaltung wollte diesen Plan zuerst durch das private Kapital

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

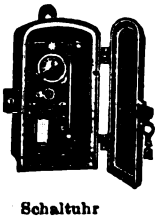
Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenzer

Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

Für Österreich: **Dr. Paul Hollacher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Feeckmeyer, Prag-Zizkow,** Havlickgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Beleuchtungswagen

mit Benzinmotor, 14 PS, Patent Polge und Gleichstromdynamo, Fabrikat Scheiber & Kwaysser, 65 Volt, 100 Amp., 1000 Touren, Riemenantrieb, komplett samt Schalttafel, gebraucht, doch sehr gut erhalten, ferner

größere Posten Isolierrohre

mit verbleiten Eisenmantel und schwarze Rohre samt Armaturen,

preiswert abzugeben.

Anfragen an **A. Solterer, Sarajevo.** 1867

Digitized by Google

verwirklichen, doch verlangten die Privatunternehmungen, die aufgefordert wurden, sich auf die Erzeugung von Aluminium einzurichten, eine Regierungssubvention in solcher Höhe, daß es der Staatsverwaltung rätlich erschien, die Aluminiumfabrikation selbst zu bewerkstelligen. Es ist bereits eine beschlossene Tatsache, daß die Regierung unter Einbeziehung der Privatindustrien zur Verarbeitung des Bauxit eine Fabrik mit einem Kapital von 30 bis 40 Mill. Kronen gründet. Es schweben noch Verhandlungen darüber, für welche Betriebskraft die Fabrik eingerichtet werden soll. In Betracht käme entweder das Siebenbürger Erdgas oder die im Biharer Komitat in der Nähe der Bauxitlager befindlichen Wasserkräfte*).

Firmennachricht.

Drahtloser Überseeverkehr A. G. Berlin. Mit einem Grundkapital von 10 Mill. Mark ist eine Aktiengesellschaft unter der Firma „Drahtloser Überseeverkehr, Aktiengesellschaft" ins Leben gerufen worden. Gegenstand des Unternehmens ist die Einrichtung drahtlosen Nachrichtendienstes. Die Großstation in Nauen wird in die Gesellschaft eingebracht. Den Aufsichtsrat bilden Dr. Ing. h. c. Graf von Arco, Direktor Dr. Franke (Siemens & Halske), Bankdirektor Heinemann (Deutsche Bank), Kommerzienrat Mamroth (A. E. G.) und Geheimer Oberfinanzrat W. Mueller (Dresdner Bank). Zum Vorstand der Aktiengesellschaft ist Ing. Hans Bredow zu Berlin, zu stellvertretenden Vorstandsmitgliedern Ing. Betz und Kaufmann Ulfers bestellt. Die Aktien sind von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie und den ihr nahestehenden Elektrizitätsgesellschaften übernommen; eine Einführung an der Berliner Börse ist nicht beabsichtigt.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anz. Seite 144; Heft 15 d. J. Anz. Seite 62.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

St. Pöltner Straßenbahn A. G. Die Betriebseinnahmen betrugen für das Jahr 1917 K 233 525 (gegen K 159 924 i. V.). Hievon entfallen auf den Personenverkehr K 102 780 (K 62 112), auf den Güterverkehr K 123 754 (K 89 538) und auf die sonstigen Einnahmen K 6990 (K 8254). Diesen Einnahmen stehen Ausgaben in der Höhe von K 97 431 gegenüber, welche sich wie folgt verteilen: Betriebsführung und Verwaltungskosten K 16 307, Fahrdienst beim Personenverkehr K 13 426, Fahrdienst beim Güterverkehr K 20 272, Zugkraft K 6723, Instandhaltung der Leitungsanlagen K 1500, Instandhaltung der Fahrbetriebsmittel K 11 500, Instandhaltung der Geleiseanlagen K 7372, Instandhaltung der Werkzeuge und Werkstätteneinrichtung K 376, Instandhaltung der Hochbauten K 292, allgemeine Unkosten (Steuern, Versicherungen, Kriegsleistungen usw.) K 19 664. Hiezu kommen noch die Ausgaben: die Speditionskosten K 5471, die Zinsen K 9481, die Frachtsteuer K 15 271, nebst dem Kriegszuschlag K 11 739, so daß ein Reingewinn von K 94 132 verbleibt, der wie folgt zur Verteilung gelangt: Tilgung von zwölf Prioritätsaktien K 6000, 4% Prioritätszinsen von K 479 000 = K 19 160, Abschreibungen K 17 197, Weitere ½% Prioritätszinsen von K 479 000 = K 2395, 5% Reservefond K 1499, 3% Dividende von den Stammaktien K 19 110, als besondere Reserve für die nach dem Kriege erforderlichen erhöhten Instandsetzungsarbeiten K 20 000, der Rest von K 8800 wird auf neue Rechnung vorgeschrieben. Die Aussichten für das Jahr 1918 sind gut, da der Personenverkehr immer noch bedeutend steigt und der Güterverkehr nicht geringer wird. Betriebsergebnisse: Personenverkehr: 79 992·1 Motorwagenkilometer, 52 241·9 Beiwagenkilometer, 2 388 650 Personenkilometer. Befördert wurden 577 132 Personen gegen 371 178 im Vorjahre. Ein Wagen war somit durchschnittlich mit 19 Personen besetzt, das sind 45% der normalen Plätzeanzahl. Auf eine Person und Kilometer entfallen: an Einnahmen 4·2 h gegen 4·5 h im Vorjahre, an Ausgaben 2·2 h gegen 2·5 h im Vorjahre. Güterverkehr: 16 288·5 Lokomotivkilometer, 374 851·8 Bruttotonnenkilometer, 153 349·6 Nettotonnenkilometer. Befördert wurden 5881 beladene Waggons mit zusammen 58 181 t Nettolast. Auf einen Nettotonnenkilometer entfallen: an Einnahmen 63·1 h*) gegen 51·3 h im Vorjahre, an Ausgaben 28·6 h gegen 19·4 h im Vorjahre, an Fahrstrom wurden 42 121 kWh verbraucht.

Miskolcer Elektrizitäts-Aktiengesellschaft. Die am 17. v. M. abgehaltene Generalversammlung hat beschlossen, aus dem mit Hinzurechnung des Vortrages von K 8953 insgesamt K 377 064 betragenden Reingewinn des Jahres 1917 nach den Kupons Nr. 20 der nicht ausgelosten Aktien der Gesellschaft je K 20, nach den Superdividendencoupons pro 1917 der Genußscheine hingegen je K 10 auszubezahlen. Die Reserven der Gesellschaft betragen (inklusive der Wertverminderungsreserve) K 1 423 000. Die Generalversammlung hat als neue Mitglieder in die Direktion Eugen Fodor, Direktor der Miskolcer Kreditanstalt, und in den Aufsichtsrat Lorenz v. Hedry jun. und Franz Zipernovßky gewählt.

*) Abzüglich 30% für Kriegszuschlag und Frachtsteuer.

Wien, 12. Mai. **ANZEIGER** 1918 — Heft 19

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Verordnung betreffend den Metallausbau aus elektrischen Betriebsanlagen. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Metallbericht. — Betriebserhöhung elektrischer Maschinen.

Verordnung betreffend den Metallausbau aus elektrischen Betriebsanlagen.

Bereits im Jahre 1915 hat die Regierung, zum Zwecke Kupfer aus den Industriebetrieben, insbesonders den elektrischen Anlagen, für den Heeresbedarf zu gewinnen, ohne die Industrien zu schädigen, eine Elektrotechnische Kommission*) ins Leben gerufen, die die Wege hiezu schaffen sollte. In welcher tief eingreifenden Weise hiebei vorgegangen wurde, zeigen die Aufsätze von Ing. O. Haller und von F. Sabertschnig**).

Die früheren Verordnungen, die die Gründung einer Zentralrequisitionskommission anordneten***), haben kürzlich eine Erweiterung erfahren. Mit einer am 29. April 1918, R. G. Bl. Nr. 155 erschienenen Verordnung des Ministeriums für Landesverteidigung im Einvernehmen mit den beteiligten Ministerien und im Einverständnis mit dem Kriegsministerium werden die Besitzer von elektrischen Starkstromanlagen verpflichtet, von dem in den Anlagen eingebauten Kupfer alles entbehrliche oder ersetzbare Material, zumindest jedoch 15%, ferner die beim Ausbau freiwerdenden Mengen von Kupferlegierungen und Blei für Kriegszwecke abzuliefern. Die Ablieferung des ohne Ersatzbeistellung abgebbaren Materials hat bis zum 30. Juni 1918 an die Metallzentrale A. G. in Wien zu erfolgen, mit der die Verkaufsvereinbarungen unmittelbar zu treffen sind; die Ablieferungsfrist ist auch einzuhalten, wenn eine gütliche Vereinbarung nicht rechtzeitig zustande kommt. Bereits früher geleistete Abgaben können in Abrechnung gebracht werden. Elektrische Starkstromanlagen, in denen weniger als 50 kg Kupfer eingebaut sind, sind von der Ablieferung befreit. Wer die vorgeschriebene prozentuelle Menge ohne ganze oder teilweise Ersatzbeistellung nicht abliefern kann, hat bis zum 1. Juni 1918 ein eingehend begründetes Ansuchen um Ersatzbeistellung bei der k. k. Zentralrequisitionskommission in Wien I, Kriegsministerium, einzubringen. Alle Besitzer elektrischer Starkstromanlagen haben bis zum 1. Juni 1918 unter Verwendung der bei der Metallzentrale A. G. in Wien aufgelegten Vordrucke eine besondere, nähere Daten über die elektrischen Anlagen enthaltende Anzeige an die k. k. Zentralrequisitionskommission zu erstatten. Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen der Verordnung werden strenge bestraft werden.

Die Verordnung hat folgenden Wortlaut:

Auf Grund der §§ 24 und 27 des Gesetzes vom 26. Dezember 1912, R. G. Bl. Nr. 236, betreffend die Kriegsleistungen, und des Gesetzes vom 24. Juli 1917, R. G. Bl. Nr. 307, und in Verfolg des § 3 der Ministerialverordnung vom 24. Mai 1917, R. G. Bl. Nr. 233, betreffend die Verpflichtung zum Metallausbau aus Betriebs- und Industrielagen wird angeordnet:

§ 1. Die Besitzer elektrischer Starkstromanlagen sind verpflichtet, von dem in den Anlagen eingebauten Kupfer die nachbezeichneten Mengen für Kriegszwecke abzuliefern. Für die gleichen Zwecke sind die beim Kupferausbau freiwerdenden Mengen von Kupferlegierungen und Blei abzugeben.

Die Bestimmungen dieser Verordnung erstrecken sich nicht auf elektrische Starkstromanlagen, in denen weniger als 50 kg Kupfermaterial eingebaut ist.

§ 2. Von dem gesamten in der Anlage eingebauten Kupfer (Maschinen und Apparate ausgenommen) ist alles entbehrliche oder ersetzbare Material abzuliefern; zumindest sind 15% abzugeben. Die Ablieferung des ohne Beistellung eines Ersatzes abgebbaren Kupfers hat bis zum 30. Juni 1918 zu erfolgen. Bereits früher geleistete Abgaben werden hiebei in Abrechnung gebracht.

Anlagenbesitzer, die die angeführte prozentuelle Menge weder ganz noch teilweise ohne Beistellung eines Ersatzes abliefern können, haben bis zum 1. Juni 1918 eingehend begründete Ansuchen um Ersatzbeistellung bei der k. k. Zentralrequisitionskommission in Wien I, Kriegsministerium, einzubringen. Über solche Ansuchen wird auf Grund fachmännischer Gutachten entschieden.

In der Entscheidung werden Art und Umfang des erforderlichen Ersatzes und der Zeitpunkt der Ablieferung festgesetzt.

§ 3. Die Besitzer von Anlagen der in § 1 bezeichneten Art haben bis zum 1. Juni 1918 an die k. k. Zentralrequisitionskommission unter Verwendung der bei der Metallzentrale A. G. in Wien aufgelegten Vordrucke eine Anzeige mit folgenden Angaben zu erstatten:

1. Antriebskraft des Betriebes (Wasser, Dampf, Gas, Rohöl, Elektrizität usw.);

2. Art des elektrischen Betriebssystems (Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom);

3. Betriebsspannung in Volt (eventuell Primär- und Sekundärspannung(;

4. gesamte Leistung der Betriebsanlage in PS oder kW;

5. Gesamtbelastung der Anlage in kW

a) im Sommer,

b) im Winter;

6. Größe einer etwa vorhandenen Akkumulatorenbatterie (größter Entladestrom der Batterie oder Batterietype);

7. Angabe

a) der Konsumenten, die mindestens 50 000 kWh pro Jahr beziehen oder mindestens 10% der Werkseinnahmen decken,

b) der aus der Kraftanlage gespeisten Verteilungsnetze, die sich im Besitze fremder Eigentümer befinden;

8. Gesamtkupfergewicht

a) der blanken Leitungen,

b) der isolierten Leitungen oder oberirdisch verlegten Kabel,

c) der Erdkabel;

9. hauptsächliche Querschnitte des eingebauten Leitungskupfers unter Angabe der ungefähren Längen und Belastungen;

10. Angabe der bisher für Kriegszwecke abgegebenen Arten und Mengen von Metallen und der Stelle, an welche die Ablieferung erfolgte.

§ 4. Die Abgabe der abzuliefernden Mengen an Kupfer, Kupferlegierungen und Blei hat an die Metallzentrale A. G. in Wien zu erfolgen, mit der die Verkaufsvereinbarungen unmittelbar zu treffen sind.

In Fällen, in denen eine gütliche Preisvereinbarung im Verhandlungswege nicht zustande kommt, erfolgt die Preisfestsetzung gemäß den Bestimmungen des § 8 der Ministerialverordnung vom 24. Mai 1917, R. G. Bl. Nr. 233.

Die im § 2 festgesetzte Ablieferungsfrist ist auch einzuhalten, wenn eine gütliche Preisvereinbarung nicht rechtzeitig zustande kommt.

§ 5. Für die im Besitze des Staates stehenden Betriebe — einschließlich der im staatlichen Betriebe stehenden Privatbahnen und Schiffahrtsunternehmungen — werden besondere Anordnungen getroffen.

§ 6. Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen dieser Verordnung werden nach § 9 der Ministerialverordnung vom 24. Mai 1917, R. G. Bl. Nr. 233, geahndet.

§ 7. Diese Verordnung tritt mit dem Tage ihrer Kundmachung in Wirksamkeit.

Czapp m. p.

*) E. u. M. 1915, Seite 538.

**) E. u. M. 1916, Seite 17; E. u. M. 1918, Heft 14, Seite 167.

***) E. u. M. 1915, Anhang, Seite 69.

Rundschau.

Ein elektrisch betriebener Eisbrecher ist im Oberwasserlauf der Niagara-Wasserkraftwerke zum Befreien des Kanales vom Eis eingestellt worden. Der Antrieb des Schiffes wird durch einen 75 PS-Elektromotor besorgt, dem aus einer längs des Wasserlaufes gespannten Oberleitung Strom zugeführt wird. Auf einem in Mitte des Schiffes stehenden Mast ist oben eine Gelenkverbindung für ein Stromabnehmerkabel aufgesetzt. Das Kabel führt zu einem Stromabnehmerwagen, der auf den beiden Drähten der Fahrleitung rollt und Strom für den Motorbetrieb abnimmt.

Billiger Strom für Koch- und Dörrzwecke in Zürich. Die Elektrizitätswerke der Stadt Zürich geben nach schweizer Zeitungsmeldungen in der Zeit vom 1. April bis 30. September d. J. elektrische Energie für Koch-, Dörr- und Sterilisierzwecke aus dem Wechselstromlichtnetz zum Preise von 10 Rappen pro kWh für Privathaushaltungen ab. Die Verrechnung erfolgt monatlich mittels Doppeltarifzähler in der Weise, daß in erster Linie im niederen Tarif soviel kWh zu 20 Rappen verrechnet werden, als im hohen Tarif verbraucht wurden; der darüber hinausgehende Mehrverbrauch im niederen Tarif wird zu 10 Rappen verrechnet; im Minimum werden jedoch 10 kWh zu 20 Rappen angerechnet. Nach diesem Dreistaffeltarif wird annähernd der bisherige Stromverbrauch für Beleuchtung nach den alten Ansätzen verrechnet, während der Mehrkonsum an Kochstrom zu 10 Rappen abgegeben wird. Es ist damit nicht beabsichtigt, die Gasküche durch die elektrische zu ersetzen, sondern es wird einfach bezweckt, daß die zahlreich vorhandenen elektrischen Hilfskochapparate, wie Kochplatten, Schnellkocher, Kochkisten, Sterilisierapparate usw., im vermehrten Maße in Benutzung gezogen werden, um Ersparungen im Kochgasverbrauch zu erzielen und Überschreitungen der Kochgasteilungen zu vermeiden. Es wird

auf die Notwendigkeit hingewiesen, daß eine stärkere Ausnutzung der Elektrizitätswerke im Sommer stattfindet, wodurch ein Teil der eingeführten Gaskohle für den nächsten Winter reserviert werden kann. Im Winterhalbjahr wird die Kochstromabgabe wieder eingeschränkt werden müssen, da die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftwerke alsdann wieder zurückgeht.

Der Telephondienst in Italien ist bekanntlich durch besondere Gesetze bezüglich der Fernverbindungen seit 1903 ganz und bezüglich der Ortsnetze seit 1907 zum größten Teile verstaatlicht und einem Generaldirektor unterstellt. Von 1907 bis 1913 wurden 23 Mill. Lire für die Ausgestaltung der staatlichen Telephonanlagen ausgegeben und, wie erst vor kurzem „Osservatore Romano (Rom)" berichtete, sollen bis 1921 weitere 83 Mill. und bis 1930 noch 53 Mill. Lire, darunter im besonderen für die Einrichtung des automatischen Betriebes in Rom, Neapel, Mailand, Genua und wahrscheinlich auch in Turin planmäßig vorgesehen sein. Vom Generaldirektor wurde bekanntgegeben, daß die diesbezüglichen Anträge einer Studienkommission der Hauptsache nach von der Verwaltung angenommen wurden. In Turin, Mailand und Florenz seien eigene Gebäude für den Telephondienst bereits fertiggestellt, in anderen Orten, wie Genua, Rom und Neapel, müssen solche aber erst gebaut werden und ähnlich verhält es sich bezüglich der Kabellegungsarbeiten, deren Ausführung unter den gegenwärtigen schwierigen Verhältnissen (fehlendes Rohmaterial, das für militärische Zwecke gebraucht wird, Personalabgang [in Rom zum Beispiel bis 40%] usw.) jetzt schwer möglich oder ganz verhindert ist. Die bestehenden Telephonanlagen sind schon derart stark abgenutzt, daß sie keine neuen Anschlüsse mehr vertragen; ein Teil der Zentralen in Florenz, Genua und Palermo sei schon über 29 Jahre alt, in Rom und Mailand ungefähr 15 Jahre im Betriebe. Es war übrigens schon vor dem Kriege nicht möglich, den Bedarf an Apparaten vollkommen zu decken, durch eine sorgfältigere Instandhaltung der Fernleitungen und Apparate den auftretenden Mängeln wirksamer zu steuern ist aussichtslos, da viel geschultes Personal im Felde unentbehrlich ist. Die Einrichtung von Zentralen mit automatischem Betrieb wird sich wahrscheinlich wegen der entgegenstehenden Hindernisse auf einen längeren Zeitraum verteilen müssen. *H. v. H.*

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Wasserkraftausnutzung in Galizien. Wie „Wasserwirtschaft" mitteilt, plant die Regierung die Anlage eines Stauweihers bei Nyczkowice, um elektrische Energie für die Stadt Sanok, die Rohölgruben in Robjenko, Wankowo und bei Zagorz, die Raffinerie in Lisko, eine Reihe von Sägewerken und Bahnwerkstätten zu erhalten. Bei 14 000 PS können 35 Mill. kWh im Jahr gelietert werden. Unter Annahme einer Verzinsung von 5% sollen die Selbstkosten 10 Heller pro kWh ausmachen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

South Metropolitan Electric Light and Power Co. Ltd. Die „Times" vom 1. März enthalten den Rechenschaftsbericht für das abgelaufene Geschäftsjahr; die Einnahmen belaufen sich auf Pfd. St. 131 930, gegenüber Pfd. St. 95 800 des Vorjahres. Die Ausgaben werden mit Pfd. St. 76 767 beziffert und betragen ungefähr 58% der Bruttoeinnahmen gegenüber 48% im Jahre 1916. Der gesamte Reingewinn beläuft sich auf Pfund Sterling 63 413. Die im Besitze des Verwaltungsrates befindlichen Stammaktien der Gesellschaft werden der County of London Electric Supply Co. zum Preise von 2 Pfd. St. pro Aktie exklusive Dividende verkauft. Es gelangt eine Dividende von 6% für das abgelaufene Geschäftsjahr auf die Stammaktien zur Verteilung, gegenüber 4% des vorhergegangenen Geschäftsjahres*).

St. James Pall Mall Electric Light Co. Ltd., London. Aus dem Jahresberichte ist zu ersehen, daß das abgelaufene Jahr eine Rekordeinnahme verzeichnet. Die Erzeugung war um mehr als 700 000 kWh und die Einnahmen um mehr als Pfd. St. 17 000 größer. Der Strompreis wurde bereits um 10% erhöht zufolge der Verteuerung der Gestehungskosten. Eine weitere Erhöhung bis zum gesetzlichen Höchstpreis von 8 Pence pro kWh ist in Aussicht genommen. Die Gesellschaft ist immer mehr von der Central-Electric Co. abhängig und benutzt die eigenen Stationen fast nur mehr als Transformatorstationen*).

Newcastle Electric Suply Comp. Dem Bericht über die jüngst abgehaltene Jahresversammlung ist zu entnehmen, daß die Station in Carneville nach Fertigstellung eine Leistungsfähigkeit von 120 000 PS aufweisen wird. Das Stromversorgungsgebiet der Gesellschaft erstreckt sich auf rund 1400 Quadratmeilen und wurde nördlich von Blyth und südlich bis zu den Clevelandeisenminen erweitert. Im verflossenen Jahre wurde für Neuanschaffungen ein Betrag von Pfund Sterling 202 000 verwendet, welcher zum größten Teil in dieses Werk investiert wurde. Es stehen Pfd. St. 136 600 zur Dividendenausschüttung zur Verfügung, gegenüber Pfd. St. 108 889 im Geschäftsjahre 1916. Die Dividendenzahlung für die Vorzugsaktien erforderte einen Betrag von Pfd. St. 64 325; für Amoritsierungszwecke ist ein Betrag von Pfd. St. 90 000 vorgesehen

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Anz. Seite 62.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten
passend zu sämtlichen Zählertypen.
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!
Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN
Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.
Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.
Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.
Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

worden. In Hinblick auf die stete Verteuerung der Erzeugungskosten durch den Kriegszustand wurden die Strompreise für Lichtstrom um 2% und für Heizstrom um 25% erhöht. Nach einem Zeitraume von zehn Jahren wird jetzt wieder die Zahlung einer 8%igen Dividende aufgenommen*).

Anzeige und Ablieferung von Metallen der Platingruppe. Zwei Ministerialverordnungen vom 2. April 1917**) ordneten eine einmalige Anzeige und Ablieferung von Materialien und Gegenständen aus Metallen der Platingruppe an. Durch eine neuerliche Verordnung vom 29. April 1918. R. G. Bl. Nr. 154 des Ministeriums für Landesverteidigung im Einvernehmen mit den beteiligten Ministerien und im Einverständnis mit dem Kriegsministerium werden auch die seit dem Erscheinen der vorerwähnten Verordnungen durch Verarbeitung, als Altmaterial, durch Einfuhr aus dem Ausland usw. entstandenen und alle künftig hinzukommenden Vorräte an Metallen der Platingruppe (Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, und Osmium) in den in den früheren Verordnungen bezeichneten Arten und Verwendungsformen, jedoch diesmal ohne Festsetzung einer unteren Grenze des Metallgehaltes, für Kriegszwecke in Anspruch genommen. Sie dürfen nur mit besonderer Bewilligung des Handelsministeriums verarbeitet, verbraucht, veräußert oder in sonstiger Weise verwendet werden.

Jeder, der in Anspruch genommene Materialien oder Gegenstände besitzt oder in Verwahrung hält, hat sie unter ausschließlicher Benutzung der bei den Handels- und Gewerbekammern, beim Zentralverbande der chemischen und metallurgischen Industrie Österreichs (Wien, 3. Bez., Schwarzenbergplatz Nr. 4) und bei der Österreichischen Gesellschaft zur Förderung der chemischen Industrie, zugleich Verband chemischer Industrieller Österreichs (Prag), aufgelegten amtlichen Anmeldescheine bis längstens 15. Mai 1918 der k. k. Zentralrequisitionskommission in Wien, 1. Bez., Kriegsministerium, anzuzeigen. Weitere Anzeigen sind vierteljährlich jeweils bis zum 8. August, November, Februar und Mai nach dem Stande vom letzten Tage des vorhergehenden Monats zu erstatten.

Über die Bestände ist ein genaues Verzeichnis zu führen. Nach Erhalt eines bezüglichen Auftrages der k. k. Zentralrequisitionskommission ist das in Anspruch genommene Material nach den näheren Weisungen dieser Kommission abzuliefern. Ansuchen um Befreiung von der Ablieferung sind gleichzeitig mit der Anzeige einzubringen.

Hinsichtlich der Vergütung gelten die bisherigen Bestimmungen. Für nach Beginn der Wirksamkeit der Verordnung aus dem Ausland eingeführtes Platinmaterial werden besondere Verfügungen getroffen.

Übertretungen der Verordnung und der auf Grund derselben erlassenen Anordnungen werden strenge geahndet werden.

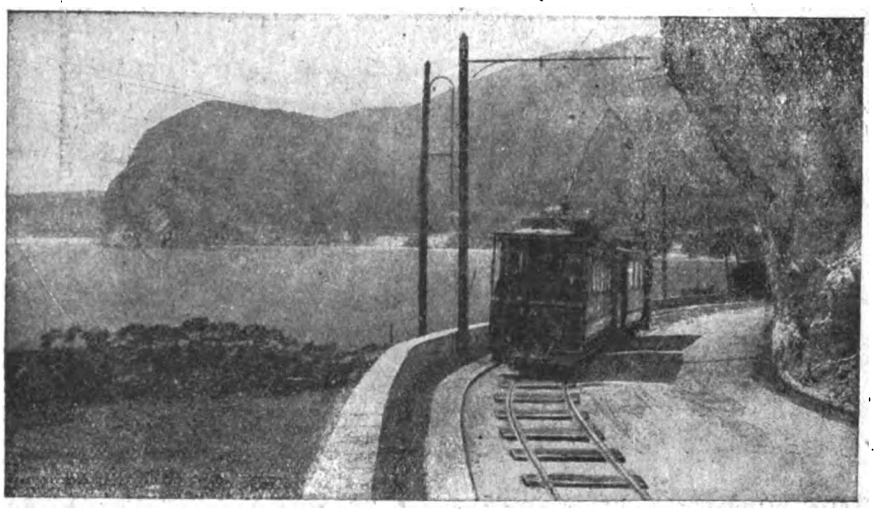
Metallbericht. Wie Anfang Mai aus New-York gekabelt wurde, haben die nordamerikanischen Stahlwerke die Zusage gegeben, in erster Reihe und unter Hintansetzung aller übrigen Lieferungen Heeresaufträge auszuführen; die jüngsten Ablieferungen an die Regierung entsprachen bereits 90% der Produktion, auf das ganze Jahr umgerechnet. Man darf annehmen, daß diese Selbstentäußerung der Werke zuungunsten des viel höheren Verdienstes, den sie bei Lieferungen an die Privatindustrie hätten, wo sie nicht an um zirka ein Drittel niedrigere Höchstpreise gebunden sind, gehabt hätten, auf einen sanften Druck von seiten der Regierung zurückzuführen ist, die den Hilferufen der Ententestaaten vom französischen Kriegsschauplatz unter allen Umständen entsprechen muß.

In Deutschland haben die Eisen- und Stahlindustriellen erneut bei den zuständigen Behörden die Erhöhung der Höchstpreise für ihre Erzeugnisse beantragt, worüber der vom Hauptausschuß des Reichstages eingesetzte Unterausschuß für Kriegslieferungen und Kriegsgesellschaften demnächst verhandeln wird.

In der Mitte April d. J. abgehaltenen Generalversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf wurde bei Besprechung der Zukunft der deutschen Eisenindustrie auch die Frage der weiteren Gestaltung der Eisenverbände behandelt, die mit Rücksicht auf die im Kriege erfolgte Auflösung des österreichischen Eisenkartells auch bei uns besondere Aufmerksamkeit verdient. Der Vorsitzende, Generaldirektor Vögler, wies darauf hin, daß es nach Friedensschluß vor allen Dingen gelten werde, den verlorenen Weltmarkt wieder zu erobern. Hiebei trete von selbst die Frage an die Eisenindustrie heran, ob es nötig sei, sich im eigenen Lande durch Syndikate zu stärken und zu schützen. Die Meinungen über den Wert der Eisenverbände gingen auseinander. Es könne wohl der Standpunkt vertreten werden, daß es gerade nach dem Kriege dem einzelnen Werke mit seiner größeren Beweglichkeit viel leichter fallen werde, im Auslande wieder festen Fuß zu fassen als dem immerhin etwas schwerfälligen Verbande. Aber die Gefahr liege doch nahe, daß bei den gänzlich unklaren Verhältnissen auf dem Weltmarkte viel wertvolles nationales Gut vertan werden würde. Hiezu komme, daß die Behörde mit aller wünschenswerten Deutlichkeit den Eisenwerken zu verstehen gegeben habe, der Druck von oben werde einsetzen, wenn

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Anz. Seite 62.
**) Siehe E. u. M. 1917, Anz. Seite 142.

·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·hiw·



·hiw·
Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).
·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.
Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad

empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.
Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.
Porzellan für technische Zwecke.
Hochspannungs-Prüfstation bis 250000 Volt.
Vertretung für Wien und Niederösterreich:
Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Digitized by Google

kein freiwilliger Zusammenschluß stattfinde. Es scheine also dringend nötig, die jahrelangen Vorbereitungen endlich zur Tat reifen zu lassen. Dabei sei es wohl für jeden selbstverständlich, daß man sich nicht mit einem Verbande begnügen könne, der nur dem „Namen nach ein Stahlwerksverband sei". Diese letztere Bemerkung zielt darauf hin, daß der neu zu bildende Verband unbedingt auch jene Fertigfabrikate, in erster Reihe Stabeisen, werde umfassen müssen, die man unter dem Namen B-Produkte zusammengefaßt hat und über deren Einbeziehung bei der Verlängerung des alten Stahlwerksverbandes am 30. April 1912 eine Einigung nicht erzielt werden konnte.

Die Deutsche Eisenhandelsgesellschaft hat am Ende des Geschäftsjahres 1917 einen Betrag von 3 Millionen Mark aus dem Jahreserträgnis als Reserve für den Übergang zur Friedenswirtschaft zurückgestellt. Die Notwendigkeit dieser Maßnahme wird von der Verwaltung damit begründet, daß der hohe Rohgewinn nicht etwa auf gute Preise im abgelaufenen Jahre zurückzuführen sei, sondern auf die günstige Liquidation alter Bestände. Die Höchstpreise seien vielmehr nicht auskömmlich und die Nutzenzuschläge unzureichend gewesen. Unter diesen Umständen werde das Unternehmen nach Friedensschluß genötigt sein, das Lagergeschäft von neuem aufzurichten und die Bestände mit einem in Anbetracht des hohen Preisstandes aller in Betracht kommenden Waren erheblichen Risiko zu ergänzen. *Lp.*

Preiserhöhung elektrischer Maschinen. Österreichische und ungarische Elektrizitätsfirmen haben den Teuerungszuschlag nach Anhang C zu ihren Lieferungsbedingungen auf Maschinen, Transformatoren, Apparate, Instrumente und Installationsmaterial ab 1. Mai d. J. vom 30 auf 35 % erhöht.

Ein neues Luftfilter.

Die für die Kühlung elektrischer Maschinen oder für den Betrieb von Kompressoren, Gebläse- und Gasmaschinen usw. erforderliche Betriebsluft wurde bisher durch die allgemein bekannten Stoffilter von den Staubteilchen gereinigt. Diese Filter besitzen eine Anzahl Taschen aus Baumwollstoff, durch welche die staubhaltige Luft hindurchgesaugt wird; der gerauhte Stoff hält hiebei alle Staubteilchen zurück, wodurch eine vollkommene Reinigung der Luft erzielt wird. Die Stoffilter haben sich seit vielen Jahren anstandslos bewährt. Ihre Herstellung ist jedoch in letzter Zeit immer schwieriger geworden, da infolge des Krieges ein großer Mangel an Baumwolle eingetreten ist.

Die Aufgabe, einen den Stoffiltern gleichwertigen Ersatz zu schaffen, trat daher im Verlauf des Krieges mit immer zwingenderer Notwendigkeit an die filterbauenden Firmen heran.

Nach eingehenden Versuchen an einer eigenen Versuchsanlage ist es der Firma K. & Th. Möller, Brackwede, die seit langen Jahren, auf dem Gebiete des Filterbaues eine führende Stellung einnimmt gelungen, das sogenannte „stofflose Möllerfilter" auf den Markt zu bringen, ein Luftfilter, welches in allen seinen Teilen aus Eisen besteht und nach ganz neuen Grundsätzen aufgebaut ist. Die Ergebnisse an ausgeführten Anlagen, bei welchen stofflose Filter verwendet werden, sowie Urteile aus der Praxis berechtigen zu dem Schlusse, daß man dem neuen Filter in vielen Fällen auch nach dem Kriege den Vorzug vor dem Stoffilter geben wird. Ein solcher Fall wird wohl immer dann eintreten, wenn das zu verwendende Filter der Bedingung einer absoluten Feuersicherheit genügen muß.

Die Abscheidung des Staubes erfolgt beim stofflosen Filter nach dem Prinzip einer oftmaligen Geschwindigkeits- und Richtungsänderung des Luftstromes in drei aufeinanderfolgenden Phasen. Es mag hier nur erwähnt werden, daß für die Abscheidung des feinsten Staubes besondere eiserne Filterkörper eingelagert sind, die der durchströmenden Luft eine große Oberfläche bieten und die einzelnen Luftstrahlen zu einem oftmaligen Geschwindigkeits- und Richtungswechsel zwingen, wodurch die ausgezeichnete staubabscheidende Wirkung des stofflosen Filters erreicht wird.

Das besondere Merkmal des neuen Filters besteht wohl darin, daß die Staubabscheidung auf trockenem Wege vor sich geht. Das Filter unterscheidet sich in dieser Beziehung von allen anderen Systemen, welche mit Wasser oder Öl arbeiten und außer diesen Hilfsflüssigkeiten eine Pumpe mit Motorenantrieb oder eine Handpumpe erforderlich machen. Darin liegt ein unverkennbarer Vorteil des stofflosen Möllerfilters; denn dasselbe benötigt weder Betriebsenergie noch irgendwelche Arbeitskräfte zur Bedienung und Wartung. Die große Haltbarkeit der sämtlich aus Eisen bestehenden Teile verbürgt auch eine unbegrenzte Lebensdauer und macht irgendwelche Reserveteile unnötig. Mit dem stofflosen Eisenfilter eröffnet sich ein ganz neues Gebiet für die Filtertechnik, nämlich das der Staubabscheidung aus heißer Luft oder heißen Gasen auf trockenem Wege.

Wien, 19. Mai. **ANZEIGER** 1918 — Heft 20

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Das Bell-Telephonsystem in Nordamerika 1916. Von Hans v. Hellrigl. — Die neue Kohlensteuer. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen und Projekte. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Das Bell-Telephonsystem in Nordamerika 1916.

Von **Hans v. Hellrigl.**

Aus dem Jahresberichte der geschäftsführenden „American Telephone and Telegraph Company" für 1916 ist wieder ein etwas stärkeres Anwachsen des Systems zu entnehmen. Der Weltkrieg überhaupt und das Verhalten Amerikas zu demselben im besonderen, scheint einen hemmenden Einfluß nicht mehr so wie in den beiden Vorjahren 1915 und 1914 bewirkt zu haben*), die Fortschritte bleiben namentlich im Vergleiche zu anderen Ländern**) unter den gegenwärtigen Zeitverhältnissen auffallend bemerkbar. (Tab. I.)

An Investierungen für das Jahr 1916 waren 57 Mill. Doll. veranschlagt gewesen; tatsächlich verausgabt für diese Zwecke wurden Doll. 66 224 728 gegen nur Dollar 32 863 717 im Jahre 1915; somit mehr als das Doppelte. In den letzten 17 Jahren (1900 bis 1916) zusammen betragen die Investierungen nicht weniger als rund Doll. 796 048 900; nur in den zwei Jahren 1906 und 1912 dieser 17jährigen Zeitperiode betrugen die Investierungen mit 79·4 und 75·6 Mill. Doll. etwas mehr als im Jahre 1916.

Im Durchschnitte entfielen auf eine Sprechstelle Gespräche:

	im Jahre 1900	1910	1915	1916
im Ortsverkehre	2520	1732	1360	1450
„ Fernverkehre	67	48	44	45
das ist täglich	7—8	5—6	4—5	4—5

Die finanziellen Ergebnisse sind aus den Durchschnitts- und Verhältniszahlen der Tab. IV zu ersehen:

Tab. I. Sprechstellen (Anzahl)

	1. Jänner 1916	1917	Zuwachs im Jahre 1916	%	(1915%)
Bell Companies	6 155 900	6 545 490	389 590	6·3	(6·8)
Connecting Companies	2 995 321	3 301 702	306 381	10·2	(3·8)
Zusammen	9 151 221	9 847 192	695 971	7·5	(5·8)

Der Zuwachs an Sprechstellen ist im Gegensatze zu den drei Vorjahren wieder im Steigen begriffen; er betrug im Jahre 1912 823 449, fiel 1913 auf 676 943, 1914 auf 515 976 und 1915 auf 502 228 und zeigt daher mit nahezu 700 000 Sprechstellenzuwachs im Jahre 1916 eine verhältnismäßig sehr erhebliche, rasche Steigerung.

Verhältniszahlen pro Sprechstelle am 1. Jänner

	1900	1906	1911	1915	1916	1917
Einwohner	90	33	16	11	11	10

Damit zusammenhängend stellt sich auch die Verhältniszahl zur Gesamtbevölkerung mit 10 Einwohner pro Sprechstelle wieder etwas günstiger, aber das angestrebte Ziel, daß auf jeden Einwohner (Mann, Frau, Kind) eine Sprechstelle oder ein Telephon kommen soll, wird wohl kaum jemals erreicht werden können; immerhin erscheint der Fortschritt in den ersten 17 Jahren des laufenden Jahrhunderts (von 90 auf 10) überaus bedeutend.

Die Angaben der Tab. II und III über Drahtlänge, Verkehr usw. beziehen sich nur auf die assoziierten Bell-Companies, etwa 200 an der Zahl; die sogenannten Connecting Companies, welche dem Bell-System nur betriebsdienstlich angegliedert sind, sind dabei nicht inbegriffen; es gab deren Ende 1916 über 30 000, wovon im Berichtsjahre über 2000 zugewachsen sind, einige Hundert mehr als je in den zwei Vorjahren.

Tab. II. Drahtlänge (Kilometer)

	1. Jänner 1916	1917	Zuwachs im Jahre 1916	%	(1915%)
Ortsnetze	25 832 824	27 627 408	1 794 584	6·9	(6·8)
Fern(toll)linien	3 948 427	4 317 578	369 151	9·4	(0·6)
Zusammen	29 781 251	31 944 986	2 163 735	6·8	(5·9)
Davon waren geführt:					
in Erd- und Röhrenkabeln	16 957 090	18 456 176	1 499 086	8·8	(7·9)
„ Seekabeln	58 440	66 257	7 817	10·3	(1·4)
auf Freileitungen	12 765 721	13 422 553	656 832	5·1	(3·3)
gesamte Linenlänge	532 042	542 800	10 758	2·0	(1·5)
darunter Erdkabellänge	71 617	75 816	4 199	5·8	(0·5)
Phantomkreise (Kunst- oder Scheinleitungen)	316 778	357 249	40 471	12·8	(3·9)

Mit der Zunahme des Verkehres im Jahre 1916 um über 1·1 Milliarden Gespräche erscheint die Abnahme im Jahre 1915 um über

Tab. III. Verkehr; Gespräche (Millionen)

	im Jahre 1915	1916	Zunahme 1916	%	1915%
Ortsverkehr: täglich	25·184	28·530	3·346	13·3	6·9
im Jahre	8361·088	9500·490	1139·402	—	(Abnahme)
Fernverkehr: täglich	0·819	0·890	0·071	8·6	(2·4)
im Jahre	271·908	295·480	23·572	—	—
Total täglich	26·003	29·420	3·417	13·1	6·6
im Jahre	8632·996	9795·970	1142·974	—	(Abnahme)

Tab. IV. Durchschnittliche Einnahmen pro Sprechstelle

		im Jahre 1900	1910	1915	1916
im Ortsverkehre	Doll.	44·68	31·28	29·80	30·57
„ Fernverkehre	„	12·60	9·47	8·65	9·05
Zusammen	Doll.	57·28	40·75	38·45	39·62
Durchschnittliche Ausgaben pro Sprechstelle					
1. Betrieb	Doll.	21·63	15·14	15·61	15·97
2. Steuern	„	2·37	2·00	2·02	2·16
Zusammen	Doll.	24·00	17·14	17·63	18·13
Differenz zwischen Einnahmen und Ausgaben					
Roheinnahmen	Doll.	33·28	23·61	20·82	21·49
3. Instandhaltung und Abschreibungen	Doll.	17·68	13·46	12·38	12·62
Reinertrag	Doll.	15·60	10·15	8·44	8·87
Verhältniszahlen in Prozenten					
Ausgaben (1, 2, 3) zu Einnahmen		72·8	75·2	78·1	77·6
davon Betrieb (1)		37·8	37·2	40·6	40·3
Ausgaben (3) zum Anlagekapital		8·4	9·5	8·8	9·2
Roheinnahmen zum Anlagekapital		28·4	28·8	27·7	29·4
Reinertrag zum Vermögen		7·96	6·65	5·84	6·17
Verteilter Gewinn zum Vermögen		5·57	5·31	4·76	4·58

Durchschnittskosten.

a) Für eine Sprechstelle: Einrichtung samt anteilige Kosten der Telephonzentrale und der Verbindungsleitungen;

b) für 1 engl. Meile (1609·3 m) Fernlinie: Drahtleitung samt Stangen und Kabelkanäle

	im Jahre 1900	1910	1913	1914	1915	1916
a) Doll.	199	142	141	141	138	135
b) „	71	66	70	69	70	67

Die Einnahmen pro Sprechstelle erscheinen im Berichtsjahre im Orts- und Fernverkehre zusammen um Doll. 1·17 höher als 1915, was bei der Millionenzahl Sprechstellen nicht wenig bedeutet; bisher waren sie seit 1900 im ständigen Fallen begriffen und das plötzliche Steigen beruht jedenfalls auf besonderen Maßnahmen im günstigen Sinne, weil auch die Ausgaben wieder etwas, zusammen (1, 2, 3) um Doll. 0·74 höher ausgefallen sind, wodurch schließlich der Reinertrag pro Sprechstelle im Berichtsjahre nur Doll. 0·43 mehr ausmacht als 1915. Damit in Übereinstimmung steht das Sinken der Ausgaben im Verhältnis

*) Vgl. E. u. M. 1917 Anzeig., Seite 197/8.

**) Vgl. E. u. M. 1918 Anzeig., Seite 49/51: Welt-

wobei die Betriebskosten allein mit 0·3% beteiligt sind und mehr als die Hälfte der gesamten Ausgaben betragen.

Das Verhältnis des Reinertrages zum Vermögen der assoziierten Bell-Gesellschaften stellte sich mit 6·17% etwas günstiger gegen 1915, dementgegen zeigt das Verhältnis des verteilten erzielten Gewinnes zum Vermögen ein seit 1900 gleichdauerndes Sinken, das in den 17 Jahren bis 1916 nicht mehr als 0·99% ausmacht.

Die neue Kohlensteuer.

Die Vereinigung österreichischer Elektrizitätswerke hat eine Petition an das Abgeordnetenhaus gerichtet, welche sich auf den von der Regierung vorgelegten Gesetzentwurf über eine Kohlensteuer*) bezieht und in welcher insbesondere auf die große Bedeutung der Errichtung von elektrischen Kraftwerken an dem Gewinnungsorte der Kohle hingewiesen wurde. In solchen Kraftwerken können Kohlenabfälle, welche bisher als wertlos auf die Halde wanderten, oder andere minderwertige Kohlen, die wegen der im Verhältnis zum Heizwerte viel zu hohen Transportkosten bisher nur am Gewinnungsorte oder dessen nächster Umgebung und somit nur im geringen Maße verwendet werden konnten, wirtschaftlich verheizt werden. Hiedurch kann an den höherwertigen Kohlen, an denen stets Mangel herrschte, zum Nutzen der Volkswirtschaft gespart werden.

Die Vereinigung wünscht nun, daß im Kohlensteuergesetz solche an den Fundstellen der Kohle errichtete Elektrizitätswerke von der Kohlensteuer ohne jeden Vorbehalt befreit werden.

Auch eine weitere in der Petition gestellte Bitte liegt im Interesse der Kohlenersparnis. Es wird nämlich verlangt, daß jene Kohle, welche von elektrischen Kraftwerken gebraucht wird, um Betriebskraft an Kohlenbergwerke zu liefern, ebenso von der Kohlensteuer befreit werde, wie die von Gesetzeswegen von der Steuer befreite Betriebskohle der Bergwerke. Hiedurch würde der Bezug der Betriebskraft für Bergwerke aus großen Überlandkraftwerken, die für die Erzeugung des elektrischen Stromes weniger Kohle als die kleinen Eigenanlagen der Bergwerke brauchen, erleichtert werden. Die Folge davon wäre, daß ein geringerer Teil der Kohlenförderung für den Eigenbetrieb der Bergwerke verbraucht und mehr Kohle für den Verkehr zur Verfügung stehen würde.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Anz., Heft 14, Seite 57.

Rundschau.

Statistik des k. k. Patentamtes für das Jahr 1917*). Im abgelaufenen Geschäftsjahr hat die Zahl der Anmeldungen eine, allerdings unwesentliche Steigerung auf 6247 gegen 6213 i. V. erfahren**); die Gesamtzahl der seit Beginn der Amtstätigkeit angemeldeten Patente ist somit auf 150 246 gestiegen. Bekanntgemacht sind 1978 Anmeldungen geworden (2486 i. V.), 1800 Patente wurden erteilt (2100 i. V.). Infolge Nichtzahlung der Jahresgebühr sind 2159 Patente (3311 i. V.) erloschen, so daß noch 18 094 (18456 i. V.) Patente aufrecht bestehen. Es standen 107 Patente im 14., 203 im 13. und 279 Patente im 12. Jahr in Kraft. Auf die in der Zeitschrift regelmäßig behandelten Patentklassen verteilt, ergeben sich unten zusammengestellte statistische Daten:

*) Nach „Österr. Patentblatt" XX, Nr. 5/6.
**) Vgl. E. u. M. 1917, Anz., Seite 119.

Von den bisher endgültig erledigten Anmeldungen führten 56·38% zur Erteilung, 24·08% der Anmeldungen wurden zurückgewiesen, 17 614 standen noch in Behandlung. Auf 1978 bekanntgemachte Anmeldungen des Jahres 1917 entfallen 123 Einsprüche, im Durchschnitt 5·2%. Es wurden 126 Beschwerden erhoben und 27 Anträge bei der Nichtigkeitsabteilung gestellt, darunter 13 Feststellungsklagen. Für 2125 Anmeldungen wurden ausländische Prioriäten beansprucht, davon 1483 deutsche, 131 schweizerische, 64 ungarische, 88 amerikanische, 87 britische, 30 niederländische, 28 französische. Nur 31·61% der erteilten Patente, das sind 569 Patente, entfallen auf in Österreich ihren Wohnsitz nehmende Patentwerber, 65 Patente (3·61%) wurden an ungarische Anmelder erteilt. Auf das Ausland entfallen 1163 Patente, 64·61%

Klasse	Angemeldet 1917	Angemeldet 1899—1917	Erteilt 1917	Erteilt 1899—1917	in Kraft 1917
13 Dampfkessel	53	1 705	30	1 072	269
14 Dampfmaschinen	45	1 690	21	876	226
18 Eisenerzeugung	47	816	13	487	167
20 Eisenbahnbetrieb	114	4 910	44	2 710	526
21 Elektrotechnik	520	10 090	204	5 459	1 584
35 Hebezeuge	28	769	36	2 002	285
36 Heizung	100	2 396	32	1 109	237
46 Verbrennungskraftmaschinen	243	4 035	33	1 711	431
48 Chemische Metallbearbeitung	37	649	8	359	98
59 Pumpen	38	914	12	451	98
74 Signalwesen	40	1 025	8	595	146
75 Chemische Großindustrie	59	1 003	7	628	267
88 Wasserkraft- und Windkraftmaschinen	22	533	13	222	40

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten
passend zu sämtlichen Zählertypen.
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!
Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN
Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.
Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.
Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.
Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III

Digitized by Google

aller erteilten (70·74% im Durchschnitt), darunter 818 auf das Deutsche Reich. Die Ausgaben der Erfindungsschutzverwaltung im Jahre 1917 betragen K 1 338 686 (+ Kronen 127 451), die Einnahmen K 2 317 166 (+ Kronen 143 045), so daß das Ergebnis K 978 480 (+ K 15 594) beträgt.

Die Statistik des österreichischen Muster- und Modellwesens für 1917 gibt die Zahl der registrierten Muster mit 2303 an, davon haben 2152 der Hinterleger ihren Wohnsitz in Österreich, 144 im Deutschen Reich.

Im Jahre 1917 sind zwei Anträge über Vergeltungsmaßregeln gegen Patentinhaber, ein Antrag gegen einen Markeninhaber mit dem Wohnsitz in Frankreich und Großbritannien eingebracht worden; im ganzen sind sechs Anträge seit Geltung dieser Bestimmung erhoben worden*). Drei Anträgen wurde stattgegeben, zwei wurden abgewiesen, ein Antrag wurde zurückgezogen und ein Antrag ist noch nicht erledigt.

Wasserkraftwirtschaft in Italien. Im „Corriere Economico“ bespricht Prof. Roberto A. Murray die vermehrte Ausnutzung der in Italien vorhandenen Wasserkräfte, zum Zwecke der Erzeugung billiger elektrischer Kraft. In letzter Zeit hat Minister Bonomi in einer Gesetzesvorlage ein diesbezügliches Projekt ausgearbeitet, dessen Verwirklichung für die italienische Nationalwirtschaft als von großer Bedeutung bezeichnet wird.

Wir entnehmen diesem Artikel die nachstehende Tabelle über die im Jahre 1917 eingereichten Konzessionsgesuche und erteilten Konzessionen zur Ausnutzung öffentlicher Gewässer für Kraftzwecke, verteilt auf die Provinzen des Landes.

Bis Ende 1917 sind 148 Konzessionsansuchen für die Ausnutzung von 698 743 PS überreicht und 70 Ansuchen mit der Gesamtleistung von 1 177 400 PS überprüft werden.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Anh. Seite 295.

Provinz	Bis zum 31. Dezember 1917 unter Prüfung		Am 31. Dezember 1917 überprüfte		Im Jahre 1917 bewilligte Konzessionen	
	Anzahl der Gesuche	PS	Anzahl der Gesuche	PS	Anzahl der Gesuche	PS
Piemont . .	44	310 534·28	10	20 593·83	17	62 353
Ligurien . .	14	16 641·12	3	57·90	1	27
Lombardei . .	30	118 454·85	11	35 081·—	8	37 107
Venezien . .	11	40 614·15	23	22 438·03	2	9 516
Emilia . . .	13	39 545·53	3	7 610·19	5	21 538
Toskana . .	11	13 318·37	4	657·66	6	6 200
Marche . . .	6	2 050·27	6	2 795·08	1	1 251
Umbrien . .	7	23 830·60	3	778·64	8	34 519
Lazio . . .	1	—	1	8·60	—	—
Abruzzen . .	5	54 348·85	4	86 857·86	3	8 660
Campanien .	1	7 743·60	1	432·22	2	165
Puglie . . .	—	—	—	—	—	—
Basilicata . .	1	120·20	—	—	—	—
Calabrien . .	2	797·—	—	—	1	26 880
Sizilien . . .	1	45·30	—	—	—	—
Sardinien . .	1	10 700·—	1	95·33	—	—

In den Finanzjahren 1910/11 bis 1915/16 sind insgesamt Wasserkraftausnutzungen in folgendem Umfang konzessioniert worden.

1910/11 . . .	79 926 PS
1911/12 . . .	68 188 „
1912/13 . . .	45 051 „
1913/14 . . .	18 192 „
1914/15 . . .	52 692 „
1915/16 . . .	21 156 „

Bauxitlager in Dalmatien. Unter den vielen Bauxitlagerstätten Österreich-Ungarns, die jetzt im Krieg verwertet werden, stehen die Dalmatiens, was die Reichhaltigkeit des Gesteins an Aluminium anlangt, an erster Stelle. Der dalmatinische Bauxit soll 25 bis 30% reines Aluminium ergeben, also dem von Beaux bei Arles in Frankreich nicht nachstehen. Hat die Gewinnung auf den nördlichen dalmatinischen Inseln schon vor Jahren eingesetzt, so ist mit der Abgrabung im Lande selbst, bei Sebenico, erst Ende 1916 begonnen worden. Hiebei handelt es sich vor allem um Tagbau. Man hat, wie die „Deutsche Bergwerks-Zeitg.“ berichtet, zwischen den Bergen die Bauxit enthaltenen Gruben aufgesucht, die obere, wenige Zentimeter hohe Erdschichte weggeräumt und hat nunmehr das reine Bauxit zur Hand. Kleine Adern von anderem Material spielen eine geringe Rolle. Die Gruben enthalten Tausende von Waggons Material. Gegenwärtig beschränkt sich die Ausbeute auf die Gegend Drnis bei Sebenico, und zwar auf die an dem für Kohlentransporte gebauten Industriegeleise Drnis—Veluzie gelegenen Gruben. Auch bei Trau hat man sehr reichhaltige und gute Bauxitlager gefunden. Gegenwärtig ist natürlich die ganze Arbeit mit großen Transportschwierigkeiten

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

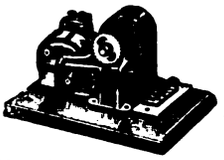
Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

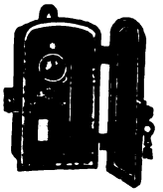
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenzer



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

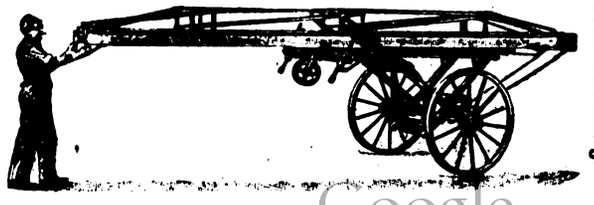
Für Österreich: Dr. Paul Hellitscher & Co., Wien, IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: Jos. K. Feeameyer, Prag-Zizkow, Havlicekgasse 11.

Mechanische Tragbare Schiebleitern für Höhen von 10—30 m
„ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

H. Kurial Graz

und hohen Kosten verbunden, welche eben jetzt infolge des dringenden Bedarfs an diesem Material in Kauf genommen werden müssen, und es ist noch sehr fraglich, ob zu Friedenszeiten die weitere Ausbeutung nutzbringend sein kann. Da dürfte nur ein Weg frei bleiben, und der wäre die Verarbeitung des Rohmaterials in Dalmatien selbst mit Hilfe der noch vorhandenen nicht ausgenutzten Wasserkräfte.

Die Wasserfälle der Cetina, die auch bei niedrigem Wasserstande noch etwa 80 000 PS liefern, stehen noch größtenteils zur Verfügung. Etwa 20 000 PS hievon werden durch die ehemals italienische Gesellschaft: „Aktiengesellschaft zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte Dalmatiens" zur Erzeugung von Karbid und Kunstdünger verwendet. Kohle hat man ebenfalls in Masse vom Kohlenbergwerk „Monte Promina" bei Drnis. Es liegen dort Berge unbenutzter Staubkohle, die man zu Friedenszeiten sicher um billigen Preis bekommen könnte. Auch hart an der Grenze Dalmatiens, bei Strmica unweit der Steinbeisbahnstrecke Knin—Prijedor hat man während des Krieges ein Kohlenbergwerk eröffnet, das jedoch vorläufig noch wenig leistungsfähig ist. Besonders reich an Bauxitlagern ist auch die Herzegowina. Da sich auch dort Kohlenlager finden, wären für dieses Land dieselben Bedingungen wie für Dalmatien vorhanden. Entweder die Ausnutzung der Wasserkräfte oder die vereinigte Ausnutzung der Kohlen- und Bauxitgruben könnte Dalmatien und der Herzegowina zu einer blühenden Industrie verhelfen. Gegenwärtig wird der Bauxit von einer deutschen Firma und der Bauxit-A.-G. mit dem Sitze in Wien gegraben.

Der Etchographe ist ein von dem Amerikaner W. Brester angegebener Apparat zum Signieren von Stahl- und Eisenwaren mit unverlöschlichen Zeichen. Er besteht im Wesen aus einem primär an die Lichtleitung angeschlossenen Transformator, dessen Sekundäre mit einem Pol an einem Kupferstift, mit dem anderen an ein Blech angeschlossen ist, das man dem zu beschreibenden Körper unterlegt. Führt man die Spitze des Kupferstiftes über das Eisenblech hinweg, so wird sich an der Berührungsstelle eine sehr hohe Temperatur bilden, derzufolge die Schriftzeichen in die Oberfläche des Eisenblechs eingebrannt werden; dort setzt sich dann Kupferoxyd an, das die Zeichen schwarz färbt. Die Tiefe der Schriftzeichen läßt sich durch Regelung der Stromstärke einstellen. Bei 110 V nimmt der Transformator primär 1·5 bis 2 A auf, sekundär werden 20 A bei 2 V benötigt.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Projekte über Wasserkraft-Elektrizitätswerke in Island. Aus den vielen Projekten zur Ausnutzung der reichen Wasserkräfte der Insel treten nach Mitteilung der „Z. f. Turb." zwei besonders hervor. Es ist beabsichtigt, die zwei Wasserfälle des Thingwallsees, 50 km östlich von Reykjawik, die 80 000 PS ergeben, in zwei Anlagen auszunutzen, von welchen die eine zur Stickstofferzeugung (für Kunstdünger) dienen, während die zweite 5000 PS Licht- und Kraftstrom für die Hauptstadt und die angrenzenden Bezirke liefern soll. Ein zweites Projekt beschäftigt sich damit, den großen Urridfall, den größten der fünf Fälle des Thjorsaa, der südöstlich von Reykjawik ins Meer mündet, auszunutzen. Die Wasserkraft beträgt 150 000 PS.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Akkumulatorenfabrik Oerlikon. Der „Züricher Post" entnehmen wir den Rechenschaftsbericht über das abgelaufene Geschäftsjahr 1917. Es wurde ein Reingewinn von Fr. 485 227 erzielt, gegenüber Fr. 646 631 des Vorjahres. Das Aktienkapital beträgt 1·65 Mill. (i. V. 1·2 Mill.) Franken, Reservefonds Fr. 137 000. Die Beschäftigung während des abgelaufenen Geschäftsjahres war in den meisten Werkstätten eine gute zu nennen, insbesondere auf dem Gebiete der transportablen und Zugsakkumulatoren. Der Absatz an Automobilbatterien hat sich gehoben, aber auch die Nachfrage nach Akkumulatorenlokomotiven und Trakteuren für Rangier- und Industriebetrieb ist im Steigen. Die Schwierigkeiten in der Beschaffung von Rohmaterialien steigern sich von Monat zu Monat und werden als derzeit unabsehbar bezeichnet. Schließlich wird auch auf die erfolgte Erweiterung der vorhandenen Einrichtung für die Verarbeitung und Regenerierung von bleihältigen Abfällen und Rückständen hingewiesen.

Soc. d'exploitation des cables électriques Système Berthoud, Borel & Co., Cortaillod. Die Generalversammlung vom 27. März beschloß nach den Anträgen des Verwaltungsrates pro 1917 die Ausschüttung einer Dividende von Fr. 20 pro Aktie (i. V. Fr. 30), nebst Ausrichtung von Fr. 150 000 zugunsten der Aktionäre aux parts bénéficiaires und den Vortrag von Fr. 97 544 auf neue Rechnung. Das Aktienkapital beträgt Fr. 500 000.

Sondernummer. Das Erscheinen der im Heft 17 angekündigten Sondernummer hat sich wegen technischer Schwierigkeiten verzögert. Die Ausgabe der Sondernummer wird in den ersten Tagen des Monates Juni erfolgen.

Die Illustrierte Geschichte der Elektrotechnik im Weltkriege.

Bezugnehmend auf die jüngstgebrachte Notiz in Heft 17 d. J., Seite XXIII, wird zur Kenntnis gebracht, daß infolge drucktechnischer Schwierigkeiten sich die Herausgabe obigen Werkes etwas verzögert, so daß der Subskriptionstermin bis zum 15. Juni d. J. verlängert wurde.

Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

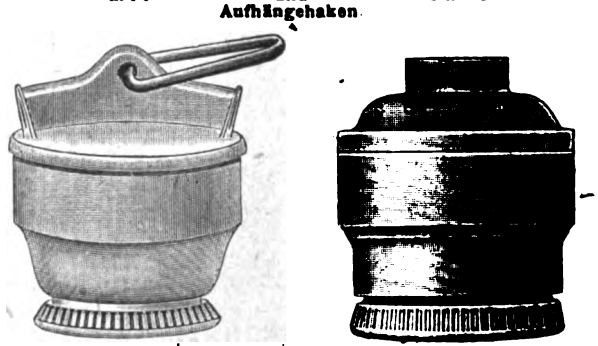
Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

KRAMER & LÖBL, SCHLAG bei GABLONZ a. N. Fabrik elektrotechn. Artikel.

PORZELLAN-FASSUNGEN
mit und ohne Aufhängehaken



Nr. 0364. Offerte freibleibend. Nr. 0362.

Drehstrom-Transformator
3000/120 V,
oder 3000/220 V, 50 Per, 50 kVA, mit dazu passendem Drehstrommotor, 50 kW, zirka 1000 Touren, **prompt zu kaufen gesucht.**
Erlacher Textilindustrie A. G., Erlach.

INGENIEUR
mit erstkl. Referenzen und besten Beziehungen zu Behörden u. Privatunternehmungen, repräsentationsfähig, **sucht Vertretungen für Galizien.** Gefl. Anträge unter „Kautionsfähig Nr. 1726" an die Annoncen-Exp. **M. Dukes Nachf. A. G., Wien I/1.** 2058

Digitized by Google

Wien, 26. Mai. **ANZEIGER** 1918 — Heft 21

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Wasserkraftausnutzung in Österreich. — Die Montage von Aluminiumfreileitungen. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen und Projekte. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Wasserkraftausnutzung in Österreich.

Zusammenstellung der von den politischen Verwaltungsbehörden im Monat März 1918 im hydrographischen Zentralbureau vorgelegten Anzeigen, Projekte und konzessionierten Wasserkraftanlagen.

A. Projektierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Konzessions-werber	Bezeichnung der Werksanlage	Beanspruchtes Gefälle m		Wassermenge sl	
						Totales	Nutz-	Höchst-	Mindest-
1	Sannfluß	Save	Cilli, Steiermark	Josef Goljevšček	Säge*)	—	2·45	1 400	—
2	Luznitzfluß	Elbe	Wittingau, Böhmen	Stanislaus Dobiáš	Mühle	—	1·50	5 200	—
3	Alpenbach	Inn	Bruneck, Tirol	Peter Gartner und Georg Niederkofler	Mühle	70·00	64·00	5	—
4	Moldau	Elbe	Karolinental, Böhmen	Kgl. Landeshaupt-stadt Prag	Elektr. Werk	5·40	3·80	100 000	—
5	Moldau	Elbe	Smichow, Böhmen	Mittelböhmische Elektrizitätswerke	Hydroelektrische Kraftanlage	6·0	5·40	125 000	11 000
6	Mur	Mur	Graz, Steiermark	J. G. Wolf	Hydroelektrische Kraftanlage	4·8	1·66—3·83	5 400	2 300
7	Schwarzawa	March	Brünn, Mähren	Ing. Rudolf Petr	Hydroelektrische Kraftanlage	5·3	3·2**) 2·6***)	9 400	—
8	Sazawa	Moldau	Ledec, Böhmen	Landesverwaltungs-kommission	Hydroelektrische Kraftanlage	20·8	19·0	9 000	2 000

*) Abänderung. **) Bei Wehr. ***) Bei den Turbinen.

B. Konzessionierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Gemeinde	Name des Besitzers	Bezeichnung der Werksanlage	Konzessions-bezw. Kollaudierungsurkunde	Bruttoleistung in PS bei	
								Höchst-wasser	Minimal-wasser
1	Moldau	Elbe	Kaplitz, Böhmen	Hohenfurt	Böhm.-Krumauer Maschinen-Papier-fabriken Ign. Spiro & Söhne	Hohenfurter Elektr.-Werk	Zahl 7—172/8 vom 22. IX. 1912	8 750	4 900

Die Montage von Aluminiumfreileitungen.

In Heft 11 d. Jhrg. „Anzeiger", Seite 45, berichtet Herr Otto Oehm, Linz a/D über eine Bügelkonstruktion zur Befestigung von Aluminiumleitungen.

Die Oehmsche Konstruktion der Befestigung von Aluminiumleitungen an Isolatoren wurde bereits früher bei Kupferleitungen ab und zu angewendet und sieht auf den ersten Blick sehr einfach und praktisch aus. Die bisher bei der Befestigung von Aluminiumleitungen gemachten Erfahrungen lassen jedoch sicher erwarten, daß sich diese Befestigungsart für die Dauer nicht bewährt.

In der in Heft 1 d. Jhrg. „Anzeiger", Seite 1 veröffentlichten Anleitung für die Montage von Aluminiumleitungen ist bereits gesagt, daß die bei Kupferleitungen üblichen Bunde nicht ohne weiteres für Aluminiumseile verwendbar sind und die Anwendung derselben sehr bald Betriebsstörungen ergeben würde, da das Aluminiumseil dabei direkt auf den Isolator gepreßt wird und die Abbindung an einem Punkt erfolgt, ohne daß für die Drahtschwankungen ein federnder Ausgleich geschaffen wird.

befestigten Aluminiumleitungen tatsächlich sehr bald Störungen veranlaßten, indem direkt an den Isolatoren Leitungsbrüche entstanden. Die Erfahrung lehrt, daß manche Leitungen fast bis zur Hälfte durch Reibung an den Isolatoren durchgescheuert und andere wieder ohne erkennbare Zeichen wie Glas abgebrochen sind, was darauf schließen läßt, daß die ständigen Schwankungen des Aluminiumseiles, die von einem Punkte aufgenommen und zur Ruhe gebracht werden, an dieser Stelle eine allmähliche Härtung des Aluminiumseiles hervorrufen.

Auf Grund dieser üblen Erfahrungen sind dann in Deutschland verschiedene Befestigungsarten ausprobiert worden und die in unserer Montageanleitung angegebenen Bunde als besonders empfehlenswert von da ab fast ausschließlich zur Anwendung gelangt. Dieselben bewähren sich seit Jahren ausgezeichnet.

Die von uns angegebenen zwei Bunde verhindern zunächst eine direkte Berührung des Aluminiumleitungsseiles mit dem Isolator, was in beiden Fällen durch eine Schutzumwicklung bewerkstelligt wird. Außerdem wird durch die Umwicklung des Seiles über nicht in einem Punkte zur Ruhe kommen sondern langsam gedämpft werden.

Die Verwendung der Oehmschen Bügel dürfte zunächst ganz gute Resultate ergeben, es wird sich aber nach einer gewissen Betriebszeit herausstellen, daß Leitungsbrüche überhandnehmen. Bei fest angezogenen Klemmen wird das Abscheuern des Seiles am Isolator in der Regel verhindert werden, um so mehr wird aber dann das zur Ruhekommen der Seilschwankungen an einem Punkte begünstigt.

Die durch Windstöße verursachten Seilschwankungen sind bei Aluminiumleitungen außerordentlich bedeutend; es kommt zum Beispiel vor, daß bei normalen Spannweiten Aluminiumleitungen bis zu 80 cm hoch gehoben werden, während gleich starke Kupferleitungen unter denselben Umständen sich vollkommen ruhig verhalten.

Ferner möge als besonderer Vorteil der von angegebenen Bunde angeführt werden, daß dieselben an Ort und Stelle aus Seilresten unter Zuhilfenahme von Aluminiumbindedraht ohne besondere Werkzeuge hergestellt werden können.

Digitized by Google

Erwiderung.

Die Bemerkung, daß meine Konstruktion bereits früher bei Kupferleitungen ab und zu verwendet wurde, möchte ich dahin richtigstellen, daß einzelne Versuche mit ähnlichen Konstruktionen gemacht wurden, wohl mit dem Unterschied, daß hiebei die Kupferseile zwischen Laschen eingequetscht, also flach gedrückt wurden und nicht, wie bei meiner Konstruktion, ohne Querschnittsveränderung in Profilbacken festgehalten werden.

Um jedoch von den alten, für Kupferleitungen bisher verwendeten Befestigungsarten abzukommen, die, wie die Firma Dr. Paul Holitscher selbst zugibt, für Aluminiumfreileitungen nicht ohne weiteres zu verwenden sind, und um die übrigens an Material und Löhne sehr teuren Aluminiumbünde zu vermeiden, fühlte ich mich veranlaßt, eine neue Befestigungsart zu suchen und an einer 22 km langen Überlandleitung in sehr hügeliger und windreicher Gegend praktisch zu verwenden und auszuprobieren. Ich bemerke hiezu, daß nach nunmehr einjähriger Benutzung trotz sorgfältigster Prüfung nicht die geringste Unzukömmlichkeit durch meinen Bügel aufgetreten ist, trotzdem die Bügel und Leitung fast durchwegs durch gänzlich ungeschulte Kriegsgefangene ausgeführt wurden. Ob sich meine neue Befestigungsart bewährt oder nicht, wird wohl am besten die Zukunft lehren. Bekanntlich werden Neuerungen ja immer mehr oder weniger angezweifelt.

Wie ich aus eigener Erfahrung weiß, sind die vor zirka neun bis zehn Jahren in den Handel gekommenen Aluminiumdrähte (denn Seile wurden sehr spärlich erzeugt) sehr spröde und brüchig, was besonders bei Temperaturschwankungen im Frühjahr und Herbst oft zu Leitungsstörungen Anlaß gab. Bei den heute in den Handel kommenden Aluminiumleitungen sind diese Nachteile des Aluminiums bedeutend verringert, da die Bearbeitung des Rohaluminiums für die Herstellung der Seile und Drähte heute grundverschieden von der früheren Herstellungsart ist, und man somit heute mit einer größeren Festigkeit der Aluminiumleitungen rechnen kann.

Der angegebene Vorteil, beim Wickelbund durch die Verwendung einer Schutzwicklung die direkte Berührung mit dem Isolator zu verhindern, ist bedingt dadurch, einen größeren Durchmesser des Seiles an den Befestigungsstellen zu erhalten, um somit die bedingte Freiheit des Seiles im Hals des Isolators zu behindern und die damit verbundene Abscheuerung zu vermeiden, sowie auch bei der Montage eine Verletzung des Seiles mit den Werkzeugen zu verhindern.

Zu dem angegebenen Vorteil, daß durch die Umwicklung des Seiles über die Berührungsstelle hinaus die Seilschwankungen nicht in einem Punkt zur Ruhe kommen, sondern langsam gedämpft werden, möchte ich bemerken, daß die Seilschwankungen beim Wickelbund viel größer sind und sich auf mehrere Spannfelder verteilen, da die Befestigung am Isolator nie so fest ausgeführt werden kann, daß seitliche Verdrehungen nicht auftreten und somit die Seilschwankungen eine viel längere Zeit andauern. Bei dem von mir beschriebenen Bügel sind, da seitliche Verdrehungen am Isolator unmöglich, die Seilschwankungen auf ein Spannfeld eingeschränkt und kommt in diesem Falle auch das Seil viel früher zur Ruhe. Ebenso ist bei meinem Bügel eine Berührung des Seiles mit den Montagewerkzeugen ganz ausgeschlossen und somit eine Verletzung unmöglich.

Der angeführte besondere Vorteil des von der Firma Dr. Paul Holitscher angegebenen Bundes, daß derselbe an Ort und Stelle aus Seilresten unter Zuhilfenahme von Aluminiumbindedraht ohne besondere Werkzeuge hergestellt werden kann, erweist sich bei genauerer Betrachtung eigentlich als Nachteil, da die Arbeiter direkt veranlaßt werden, das heute so überaus wertvolle Leitungsmaterial zu verschneiden, um eben die Seilreste zur Herstellung des Bundes zu erhalten. Da für die Herstellung auch nur eines einzigen Bundes ein Seilstück von mindestens 50 cm Länge, also für eine Drehstromleitung auf einen Mast 3×50 cm $= 1{\cdot}5$ m Seil verbraucht wird, abgesehen von der großen Menge Bindedraht und der langen Montagedauer, kann sich wohl jedermann ausrechnen, was bei einer halbwegs längeren Leitung die sogenannten Seilreste, die gebraucht werden, ausmachen und was die Montage kostet.

Eine Ausgabe von Montageanleitungen ist bei meinem Bügel vollständig überflüssig, da ja die Montage, wie in Heft 11 dieser Zeitschrift angegeben, mit einigen Handgriffen äußerst leicht und, wie bereits erwähnt, durch gänzlich ungeschultes Personal, was in der heutigen Zeit von besonderem Vorteil ist, auszuführen ist.

Otto Oehm, Linz.

Rundschau.

Zentralisierungsbestrebungen in der Stromerzeugung in den Vereinigten Staaten. In Amerika sind bekanntlich — nach deutschem Muster — Kohlenkommissäre bestellt worden, die den Kohlenhaushalt des Landes zu überwachen haben. Nun hat, wie „New York Tribune“ mitteilt, der Kohlenkommissär des Staates New York die Eigentümer von 50 Einzelnanlagen in New York auf die Unwirtschaftlichkeit ihres Betriebes im Hinblick auf den Kohlenverbrauch aufmerksam gemacht und ihnen den Anschluß an ein größeres Werk empfohlen. Derartige Zentralisierungsbestrebungen dringen im ganzen Reich durch.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten
passend zu sämtlichen Zählertypen.
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!
Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN
Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.
Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.
Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.
Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2.

Man hofft durch diese Maßnahmen allein den Kohlenverbrauch der Industrie auf die Hälfte herabzusetzen und dabei 600 Mill. Dollar zu sparen. Im Westen der Union ist man in dieser Hinsicht weiter fortgeschritten als im Osten. In Kalifornien und im nördlichen Illinois sollen alle Stromerzeugungsanlagen untereinander verbunden sein.

In einzelnen Staaten scheinen besonders drakonische Maßnahmen zur Ersparnis an Kohle ergriffen worden zu sein. So berichtet „Electrical Review“, daß in einer Stadt im mittleren Westen der Befehl ergangen ist, die industriellen Betriebe durch fünf Tage zu schließen. Die Stadt verfügt über ein Elektrizitätswerk von 30 000 kW Maschinenleistung und 14 000 PS an Kesseln. Zur Straßenbeleuchtung dienen Reihen von Glühlampen und Bogenlampen. Interessant sind die Tagesbelastungskurven, die vor und nach Eintritt der Sperrung aufgenommen wurden. Die Spitzenbelastung ist im Verhältnis von 11:7 gesunken. Die Leistung — private und Straßenbeleuchtung — ist in den fünf Sperrtagen auf 0·5 Mill. kWh zurückgegangen, was mit einem Verlust von 15 000 Doll. begleitet war. Die Ersparnis an Kohle betrug 750 t.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Prödlitz. Das Eisenbahnministerium hat dem Stadtrate Aussig die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine schmalspurige, mit elektrischer Kraft zu betreibende Kleinbahnlinie von Prödlitz über Karbitz nach Hohenstein auf die Dauer eines Jahres erteilt.

Firmennachricht.

Thomson-Houston, Paris. Nach „Züricher Post“ hat die Thomson-Houston, Paris, die Gesellschaft „l'Eclairage électrique“ übernommen. Die Thomson-Houston wird dem Abkommen gemäß 60 350 neue Aktien zu Fr. 500 schaffen, welche gegen die 200 000 Aktien zu Fr. 125 der Eclairage électrique und deren 5000 Gründeranteile in Tausch gegeben werden. Zur Ausdehnung des Betriebes werden gleichzeitig weitere 59 650 neue Aktien geschaffen und den alten wie den neuen Aktionären zum Kurse von Fr. 600 angeboten werden. Das Kapital der Gesellschaft wird sich hiedurch von 60 auf 120 Mill. erhöhen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Hermannstädter Elektrizitätswerk-Aktiengesellschaft. Nach dem durch den Rumäneneinbruch verursachten Rückgang des vorigen Jahres ist trotz der bedeutend höheren Betriebsausgaben das Ergebnis des abgelaufenen Geschäftsjahres 1917 wieder auf die Höhe von 1915 gelangt.

Der Wert der Anlage ist um K 29 997 auf K 4 349 130 gewachsen. Der Reservefond ist auf K 506 476 gestiegen. Der Pensionsfond ist auf K 394 347 gewachsen. Der Spezialreservefond wird mit K 114 267 ausgewiesen. Die Kreditoren erscheinen in der diesjährigen Bilanz mit K 1 289 817.

In dem Verlust- und Gewinnkonto haben die Verlustposten durch die Kriegsverhältnisse eine Steigerung erfahren. Die Betriebskosten sind um K 107 053 von K 278 515 im Jahre 1916 auf K 385 568, die Anlehenszinsen um K 6237 auf K 139 851, die Steuern und Gebühren um K 12 274 auf K 54 813 gewachsen.

Daß trotz dieser Steigerung der Ausgaben der Reingewinn höher ist als im Jahre 1916, ist dem steigenden Konsum zu verdanken. Die Einnahmen aus den Stromgebühren sind im Jahre 1917 um K 90 485 höher als im Jahre 1916 und betragen K 794 863. Auch das Installationsgeschäft hat K 71 304 mehr gebracht, sein Erträgnis war K 137 253.

Das Reinerträgnis des abgelaufenen Jahres ist um K 25 569 höher als im Jahre 1916, es beträgt K 257 228, mit dem Gewinnvortrag von 1916 zusammen K 260 439, das wie folgt verteilt wird: Den Aktionären eine Dividende von 5% (K 45 000), dem Reservefond 2% des Aktienkapitals (K 18 000), den Aktionären eine Superdividende von 2% (K 18 000), der Stadtkommune Hermannstadt K 58 742, den Aktionären eine weitere Superdividende von 1% (K 9000), dem Pensionsfond K 20 000, für verschiedene andere Posten K 83 428 und Vortrag K 8268.

Aktiengesellschaft für elektrische und Verkehrsunternehmungen, Budapest. Der Reingewinn beträgt für 1917 K 828 216, aus dem eine 5%ige Dividende zur Verteilung gelangt.

Ungarische Elektrizitäts-A.-G. in Liquidation, Budapest. Am 21. April l. J. fand die letzte Generalversammlung obgenannter Firma statt. Das Liquidationskomitee legte die Schlußrechnungen vor, aus welchen hervorgeht, daß ein Gesamtvermögen von K 20 941 037 zur Verfügung steht. Außer den bisher bezahlten Raten entfallen als letzte Liquidationsquote noch K 78·50 auf jede Aktie.

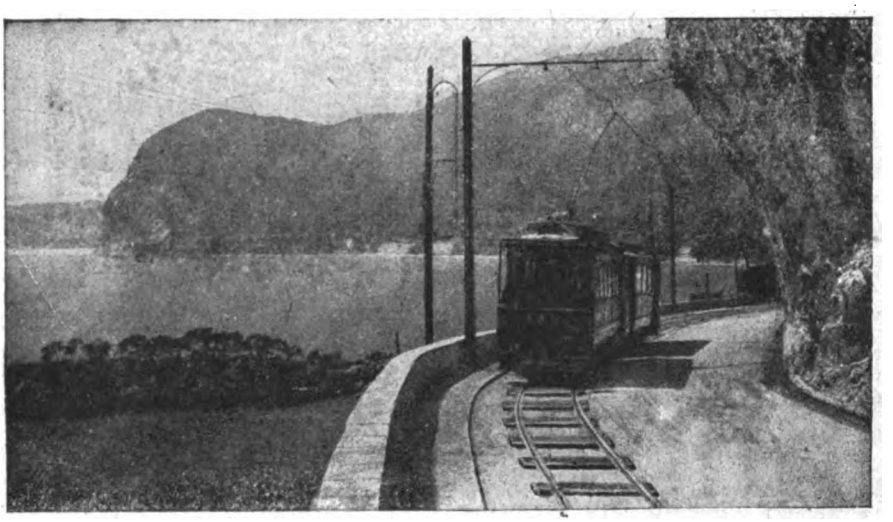
Dr. Paul Meyer A.-G., Berlin. Im abgelaufenen Geschäftsjahre wurde ein Reingewinn von Mk. 484 700 erzielt, gegen Mark 397 000 i. V., woraus eine Dividende von 10%, gegen 7·5% i. V., verteilt werden soll. In das neue Geschäftsjahr ist die Gesellschaft mit einem guten Auftragsbestand eingetreten.

Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin. Die am 16. Mai stattgefundene Generalversammlung genehmigte für 1917 die Jahresrechnung und setzte die sofort zahlbare Dividende auf 10% fest. Die ausscheidenden Mitglieder des Aufsichtsrates Dr. Walther Rathenau und Prof. Georg Klingenberg wurden wieder- und

·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.

·HIW·



·HIW·

Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

·HIW·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.
Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad

empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.

Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.

Porzellan für technische Zwecke.

Hochspannungs-Prüfstation bis 250000 Volt.

Vertretung für Wien und Niederösterreich:
Emil Novakovic, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Digitized by Google

der geschäftsführende Direktor des Bundes der Elektrizitätswerke v. Raumer neu gewählt.

Berliner elektrische Straßenbahn A.-G. Die Gesellschaft beförderte im abgelaufenen Jahre 26 157 426 Personen, gegen 21 523 716 i. V., und vereinnahmte Mk. 2 470 555, gegen Mk. 1 944 012 i. V. Verschiedene Einnahmen ergaben Mk. 19 300, gegen Mk. 16 140 i. V. Die Betriebsausgaben betrugen Mk. 1 654 724, gegen Mk. 1 305 234 i. V. Die Generalversammlung setzte die sofort zahlbare Dividende auf 3%, gegen 2% i. V., fest.

Kraftübertragungswerke, Rheinfelden. Der Reingewinn pro 1917 beträgt Mk. 1 047 285, gegen Mk. 1 044 263 i. V., woraus wieder 3% Dividende auf ein Aktienkapital von 12 Mill. Mark verteilt und Mk. 45 546 vorgetragen werden.

Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G., Köln-Mülheim. Das Geschäftsjahr 1917 schließt mit einem Reingewinn von 10·38 Mill. Mark (i. V. 8·31 Mill. Mark) nach 4·87 Mill. Mark (i. V. 3·12 Mill. Mark) Abschreibungen. Es wird eine Dividende von 15% beantragt (i. V. 12%). Bei annähernd gleichem Auftragsbestand, wie im vergangenen Jahre, wird die Beschäftigung des laufenden Jahres als befriedigend bezeichnet.

Land- und Seekabelwerke A.-G., Köln-Nippes. Der Reingewinn pro 1917 beträgt Mk. 579 082, gegen Mk. 758 601 i. V. An Dividende sollen wieder 12% auf das voll eingezahlte Aktienkapital von 5·25 Mill. Mark zur Ausschüttung gelangen. Mk. 51 349 sollen vorgeschrieben werden.

Schweizerische Gesellschaft für elektrische Industrie, Basel. Dieses Unternehmen erzielte laut Gewinn- und Verlustrechnung vom 31. Dezember 1917 einen Bruttogewinn von Fr. 3 110 167, gegenüber Fr. 3 123 884 i. V. Von der Ausschüttung einer Dividende muß in Ermanglung eines Gewinnsaldos zum zweitenmal abgesehen werden.

Zelanders elektrotechnische und technische Handelsgesellschaft, Amsterdam. „Telegraaf“ ist zu entnehmen, daß die Gesellschaft in der am 17. April stattgefundenen Generalversammlung beschlossen hat, eine Dividende von 20% für das abgelaufene Geschäftsjahr zur Ausschüttung zu bringen. Das Aktienkapital wird durch Ausgabe 1 Mill. 6%iger Vorzugsaktien auf 2 Mill. erhöht.

County of London Electric Supply. Die „Financial Times“ enthält den Rechenschaftsbericht über die 24. Generalversammlung dieser Gesellschaft, eine der ersten in London, die Dampfturbinen zur Erzeugung des elektrischen Stromes eingestellt hat. Dem Berichte ist zu entnehmen, daß die Gesellschaft zirka 28 000 Stromabnehmer zählt, und daß die Strompreise bloß um so viel erhöht worden sind, als die Verteuerung der Rohmaterialien erforderte. Den Hauptanteil an den Mehrauslagen bildet das Kapitel Kohle; für Beschaffung derselben wurde um 18 400 Pfd. St. mehr bezahlt. Vor Kriegsausbruch beliefen sich die Kosten der Kohle auf 18·7% der gesamten Erzeugungskosten. Im Jahre 1917 erhöhte sich der Prozentsatz auf 30·8%, also fast um das Doppelte. Miete, Einkommen- und sonstige Steuern, Löhne, Gehälter, Prämien usw. sind ebenfalls gestiegen. Das Ergebnis des abgelaufenen Geschäftsjahres ist die Ausschüttung derselben Dividende wie im Vorjahre.

Metallbericht. Die durch den Krieg in der amerikanischen Stahl- und Eisenindustrie geschaffenen Verhältnisse haben neuerdings Formen angenommen, welche durchaus nicht den entsprechenden bei uns und in Deutschland ähneln. Während sich, wie Mitte Mai berichtet wurde, die Lieferungen für den Staat glatt abwickeln, hat das Aufhören der Lieferungen seitens der Werke an die Privatindustrie große Massen von Arbeitern beschäftigungslos gemacht. Die Regierung wird diese Tatsache von ihrem einseitigen Kriegsstandpunkt aus vielleicht nicht ungern sehen, da die Anwerbungen für das Heer dadurch möglicherweise gefördert werden; in den Kreisen der Arbeiter aber dürfte diese Wirkung der Regierungsmaßnahmen die herrschende Abneigung gegen den Krieg noch steigern.

Der Einnahmerückgang beim Stahltrust hat sich im ersten Vierteljahr 1918, wenn auch nicht in dem bisherigen scharfen Tempo, fortgesetzt. Das Ergebnis ging von 59 724 000 Doll. im letzten Quartal des vorigen Jahres auf 56 961 000 Doll. zurück, während es im ersten Quartal des Vorjahres, also vor Eintritt der Vereinigten Staaten in den Krieg, noch 113 121 000 Doll. betragen hatte. Die Regierung bestellte Ende April bei den Baldwin Locomotive Works 1025 Passagier- und Frachtlokomotiven im Betrage von 16 Mill. Dollar.

In Düsseldorf haben Mitte Mai neuerliche Verhandlungen des deutschen Stahlwerksverbandes begonnen, und zwar auf der Grundlage, daß die Kontingentierung an der Hand der Rohstahlfabrikation der Werke vor dem Kriege erfolgen soll; dabei sollen die während des Krieges erfolgten Neubauten bei der Einschätzung außer Betracht bleiben. Ob die Verhandlungen dieses Mal Erfolg haben werden, ist noch nicht zu übersehen.

Wie Londoner Blätter berichten, hat nach einer Reutermeldung aus Melbourne die englische Regierung die gesamte Produktion des australischen Zinks für die Dauer des Krieges und zehn Jahre nach Friedensschluß aufgekauft. *Lp.*

Wien, 2. Juni. **ANZEIGER** 1918 — Heft 22

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die wirtschaftliche Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege. Von Dr. Friedrich Hertz. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Die wirtschaftliche Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege.

Vortrag, gehalten im Österreichischen Verband des Vereines deutscher Ingenieure.

Von Dr. **Friedrich Hertz.**

Die schweren Lebensverhältnisse, unter denen wir heute leiden, wurzeln hauptsächlich in dem Niedergang der Produktivität unserer Volkswirtschaft infolge des Krieges. Nach dem Friedensschlusse wird sich unsere ganze Volkswirtschaft in einem Zustande äußerster Erschöpfung befinden. Der Boden wird ausgesaugt sein, der Viehstand verringert und verschlechtert, die Maschinen in den Fabriken teils abgenutzt, ja teils sogar demontiert, die Transportmittel ebenfalls stark vermindert und verschlechtert. Vor allem aber wird es an Arbeitskräften fehlen infolge des Todes, der Verstümmelung oder der schweren Erkrankung so vieler Menschen und auch infolge der Abnahme der Arbeitsfähigkeit, die sich aus der Unterernährung ergibt. Maschinen, Transportmittel, Kunstdünger kann die Technik ersetzen, selbst die menschliche Arbeitskraft kann bis zu einem gewissen Grade durch vermehrte Anwendung von mechanischen Hilfsmitteln ersetzt werden. Die Techniker werden also vor ungeheueren Aufgaben stehen, die aber nicht bloß technische Aufgaben im engeren Sinne sind. Das Wesen der Technik besteht ja in der Organisierung von Kraft und Stoff, sie gewinnt die Naturstoffe und Energien und organisiert sie im Hinblick auf den größtmöglichen Nutzeffekt. Die erwähnten Aufgaben fordern aber auch die Organisierung von Menschen, und zwar nicht bloß innerhalb der Betriebe, was ja der Techniker gewöhnlich durch die Praxis lernt, sondern auch in weiteren gesellschaftlichen Kreisen, in der ganzen Volkswirtschaft, in der Verwaltung, im Staate, ja selbst zwischen den Staaten. Denn dieser furchtbare Krieg, in dem alle Errungenschaften der Technik nur zum Zwecke der Zerstörung angewendet werden, wäre nicht möglich gewesen, wenn eine wirksame internationale Organisation bestanden hätte. Die Techniker haben sich bisher um diese Aufgaben der Menschenorganisierung, zu denen sie gewiß auch berufen sind, relativ wenig gekümmert. Es gibt selbst ausgezeichnete Techniker, die nicht einmal über die wirtschaftlichen Verhältnisse ihres eigenen Betriebes hinreichend orientiert sind. Volkswirtschaftliche oder Rechtsfragen allgemeinerer Natur liegen ihnen häufig noch ferner. Die Stärke und Schwäche des Technikers liegt eben heute in der Konzentrierung auf das Detail, während der Überblick über die weiteren Zusammenhänge noch häufig mangelt.

Die erwähnte Organisation menschlicher Verhältnisse bildet das Gebiet des Rechts, der Wirtschaft und der Politik. Soweit nun die Ziele der Organisierung feststehen und es sich nur um die Wahl der zweckmäßigsten Mittel handelt, sind die Rechtswissenschaft und die Wirtschaftslehre ebenfalls Technik im weiteren Sinne. In diesem weiteren Sinne verstehen wir unter Technik die Wahl der jeweils besten Mittel für einen bestimmten Zweck. Wir können also von einer Produktionstechnik, einer Kriegstechnik, einer Kunsttechnik, einer juristischen Technik usw. reden. Jeder Techniker findet seinen Zweck gegeben vor. Die Berechtigung des Zweckes, seine Abwägung gegen andere Zwecke usw. ist keine rein technische Aufgabe mehr. In diesem Sinne ist zum Beispiel auch die Medizin eine reine Technik, denn ihr feststehender Zweck ist die Erhaltung oder Wiederherstellung der Gesundheit. Die Architektur hingegen ist schon keine bloße Technik mehr, denn sie soll ja nicht bloß das Wohnungsbedürfnis befriedigen, sondern auch Schönheit entwickeln. Das Schöne aber ist nicht absolut feststehend, sondern entspringt einer frei schöpferischen, künstlerischen Tätigkeit. Die Rechtswissenschaft und die Wirtschaftslehre sind in weitem Umfange ebenfalls Techniken, aber solche besonderer Art. Sie sind aber andererseits nicht ausschließlich technischer Natur, denn ihre Ziele stehen auf allen Gebieten keineswegs fest, sondern es gibt überall ganz verschiedene Zielsetzungen, die einander stark widersprechen. Es gilt in Recht und Wirtschaft nicht bloß vorhandene feststehende Ziele mit den bestmöglichen Mitteln zu erreichen, sondern die Ziele selbst schwanken im Kampfe der Meinungen und Kräfte. Die Aufgabe besteht darin, diese Ziele zu ermitteln, die aus dem Hoffen, Wünschen und Glauben des Zeitalters und aus den sozialen Kräfteverhältnissen resultieren müssen.

Aber auch soweit es sich um wirtschaftliche und Rechtstechnik handelt, unterscheidet sich diese Technik von der mechanischen und chemischen beträchtlich; vor allem einmal durch die fehlende Exaktheit, durch die außerordentliche Kompliziertheit der Gesetze — wird ja doch sogar gestritten, ob solche im Reiche der Geisteswissenschaften überhaupt existieren — auch die Methode des Experimentes ist in der Regel nicht anwendbar. Während der Ingenieur zum Beispiel mit Stoffen und Kräften rechnet, die untereinander gleichartig sind, die ganz bestimmten Gesetzen unterliegen, so daß sich der Verlauf genau vorhersagen läßt, gilt dies für die gesellschaftlichen Erscheinungen keineswegs. Recht und Wirtschaft müssen die Menschen nehmen, wie sie sind, mit allen ihren unzähligen Verschiedenheiten und Schwächen. Sie müssen dem Einfluß der Imponderabilien, der Unberechenbarkeit aller menschlichen Entwicklung Rechnung tragen. Selbst wenn der Zweck feststeht, sind über die besten Mittel zu seiner Erreichung die verschiedensten Meinungen möglich. Die Gesellschaft ist eben weder eine Maschine, wie manche Theoretiker gemeint haben, noch ein Organismus, nach Art der natürlichen, sondern sie steht etwa in der Mitte zwischen diesen beiden Begriffen.

Diese allgemeinen Betrachtungen seien durch einige Beispiele erläutert. Die zwei großen Probleme der Volkswirtschaft sind die möglichste Hebung der Produktivität und die möglichst gerechte Verteilung. Zur Erzielung der größtmöglichen Produktivität wäre als Mittel die Förderung des industriellen Großbetriebes zweifellos angezeigt. Trotzdem aber gibt es Parteien, die eben das Ziel der Produktionshebung nicht als absolut ausschlaggebend anerkennen, sondern die aus den mannigfachsten Gründen die Erhaltung oder sogar Wiederbelebung des Kleinbetriebes befürworten. Eine gewisse Mittelstandspolitik, manche Teile der Steuerpolitik usw. streben darnach, die Großbetriebsentwicklung künstlich zu hemmen. In der Landwirtschaft ist zum Beispiel, auf dem Gebiete des Getreidebaues wenigstens, der Großbetrieb leistungsfähiger als der Kleinbetrieb. Trotzdem tritt man aus politischen, hygienischen, militärischen und ähnlichen Gründen selbst in Getreideländern nicht nur für die Erhaltung, sondern auch für die Vermehrung des Bauernstandes ein, ohne Rücksicht auf das wirtschaftliche Ziel der Produktionshebung. Ähnlich steht es um die Ziele der Handelspolitik. Wenn es sich hiebei nur um das rein wirtschaftliche Ziel der bestmöglichen und billigsten Versorgung der Bevölkerung handeln würde, so wäre, wie leicht nachzuweisen ist, der absolute Freihandel das richtige Mittel, aber dem Handelspolitiker schweben eben noch andere Ziele vor. Etwa die Verhütung der Auswanderung, also die Zurückhaltung des Bevölkerungszuwachses im eigenen Lande selbst auf Kosten des allgemeinen Lebensfußes unter dem Gesichtspunkte des nationalen Wachstums; oder die möglichste Unabhängigkeit eines Wirtschaftsgebietes im Kriegsfalle und dgl. Sie sehen somit, daß hier ganz verschiedene Ziele, nicht nur rein wirtschaftlicher, sondern auch nationaler, militärischer und dgl. Art, miteinander in Widerspruch kommen können. Der Handelspolitiker findet also statt eines feststehenden Zieles deren gleich mehrere vor und wird, je nach seiner Individualität, bald das eine, bald das andere Ziel für ausschlaggebender halten. Aber selbst wenn er soweit ist, wird noch immer der Streit weiter gehen, ob nun Schutzzoll oder Freihandel oder irgend ein gemischtes System das geeignete Mittel zur Erreichung des Zieles darbietet.

Bei einer solchen Sachlage sind natürlich die Aufgaben des Wirtschaftspolitikers ungeheuer schwierig. Er kann sich nicht auf feste wirtschaftliche Gesetze verlassen, sondern muß aus einer möglichst reichen Erfahrung, aus Rückblicken in die Vergangenheit, aus der Beurteilung der menschlichen Natur seine Schlüsse ableiten. Ich verweise ferner noch darauf, daß zum Beispiel die Standorte unserer Industrie überall durch historische Gründe bedingt wurden, die oft sehr weit in die Vergangenheit zurückreichen.

Weiters hängt die Gesamtentwicklung der Sozialpolitik von den Veränderungen der moralischen Anschauungen ab. Nach dem Kriege haben wir ja eine ungeheuere soziale Bewegung zu erwarten. Die Sozialisierungstendenz wird sich mit Macht fühlbar machen und es muß ihr Rechnung getragen werden, wenn wir es nicht auf unabsehbare innere Kämpfe ankommen lassen wollen. Andererseits wird aber nach dem Kriege der individuelle Unternehmungsgeist unentbehrlich sein, denn er ist in hohem Maße eine Voraussetzung der Wiederherstellung wirtschaftlicher Produktivität. Zwischen diesen beiden Tendenzen wird es manche Konflikte geben und wir müssen eine soziale Organisation anstreben, die beiden Gesichtspunkten gerecht wird, die sowohl dem individuellen Unternehmungsgeist als auch der gerechten Verteilung ihren gebührenden Raum läßt. Dies ist gewiß eine Aufgabe von höchster Schwierigkeit und größter Verantwortung.

Der Techniker oder Jurist, der sich streng auf die rein technischen Aufgaben seines Faches beschränkt, ohne über die Ziele, denen er zu dienen hat, nachzudenken, kann immer nur ein kleines Rad in einer ungeheueren Maschine sein. Dies ist für ihn selbst ein Verlust, aber auch ein großer Verlust für die Gesamtheit, denn die Zukunftsaufgaben der Menschenorganisierung können nur außerordentlich gefördert werden durch den nüchternen, auf möglichste Rationalisierung eingestellten Blick des Technikers und es wäre ein außerordentlicher Gewinn für den Staat und die Gesellschaft, wenn die Techniker mehr zur Mitarbeit auf diesen Gebieten herangezogen werden könnten. Hiezu sind aber wirtschaftliche, juristische, politische, ja selbst historische Kenntnisse und eine gewisse Gereiftheit des Charakters nötig, die sich vor allem aus der ernsthaften Beschäftigung mit den größten Aufgaben der Zeit ergibt. Heißt es doch: „Es bildet ein Talent sich in der Stille, sich ein Charakter in dem Strom der Welt“. Was nun die Erwerbung vor allem wirtschaftlicher Kenntnisse, über die ich zunächst zu sprechen habe, anbelangt, so ist dies für den Techniker schon aus Berufsgründen eine Notwendigkeit, wenn er ein selbständiger Unternehmer oder Organisator sein will. Immer weniger reicht bloße Routine aus, immer mehr ist eine umfassende wirtschaftliche Ausbildung von Nutzen. Der Unternehmer soll heute hunderte, ja tausende rechtliche Bestimmungen kennen, er soll den Gang der Konjunktur voraussehen und abschätzen, er soll der sozialen Bewegung seiner Zeit Verständnis entgegenbringen, er soll komplizierte Fragen der Handelspolitik und des Tarifwesens beurteilen usw. Gewiß wird praktische Bildung nicht auf der Schulbank erworben, aber eine gute Schulung hilft doch sehr viel fürs Leben. Es hat ja sehr große Feldherren gegeben, die nie eine Kriegsschule besucht haben und trotzdem wird in jedem Staate der Ausbildung der Generalstäbler große Sorgfalt gewidmet.

Aber auch abgesehen von der privaten Nützlichkeit bildet eben die Befassung mit allen diesen Problemen eine große Verpflichtung gegenüber der Gesellschaft und dem Staate. Seit langer Zeit streben ja die Techniker an, daß ihnen vor allem in der Verwaltung ein größeres Betätigungsfeld eingeräumt wird. Diesem Streben wird immer wieder entgegengehalten, daß die Verwaltung eine umfassende juristische Ausbildung voraussetzt. Gewiß sind auch juristische Kenntnisse notwendig, aber es fragt sich doch, ob der Verwaltungsbeamte ein solches Maß zum Beispiel an rechtshistorischen Kenntnissen oder an Sätzen aus der theoretischen Nationalökonomie haben muß, wie dies heute gefordert wird. Ich möchte hier einige sehr interessante Ausführungen vorlesen, die ich einer Schrift des wirklichen Admiralitätsrates Dr. Ernst von Halle, Professors an der Universität Berlin „Die Wirtschaftswissenschaft in der heutigen Beamtenvorbildung“ (1909) entnehme:

„Gestatten Sie, daß ich an eine interessante Tatsache anknüpfe. In einem Lande, über das wir uns neuerdings oft sehr erhaben fühlen, bis es uns das Gegenteil beweist, England nämlich, ist die Ausbildung der Staatsbeamten eine höchst merkwürdige. Vorschriften über einen Vorbildungsgang für den Beamtenstand sind überhaupt nicht vorhanden. Die Meldung für die Karrieren — es gibt deren wie bei uns drei, eine obere, mittlere und untere — steht jedermann frei. Das einzige, was der Anstellungskandidat hinterher tun muß, ist — er muß seine Fähigkeiten beweisen, und zwar durch ein Examen — auf Details und generelle Ausnahmen gehe ich nicht ein, auch nicht auf die Spezialfälle. Wo er einen besonders guten Freund unter den Politikern hat, dann kann er auch auf andere Weise dazu kommen — aber das soll ja überall der Fall sein. Das Examen für den uns hier allein interessierenden höheren Staatsdienst wird abgelegt entsprechend den Vorschriften der Behörde der Civil Service Commissioners. Die für das Examen charakteristischen Punkte sind:

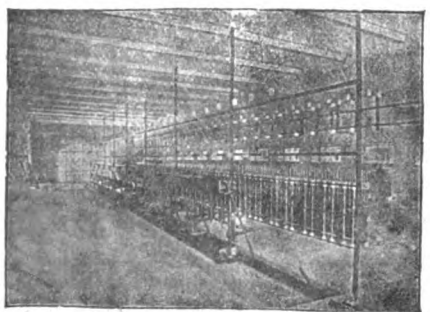
1. Es sind Konkurrenzexamina, nur eine bestimmte Anzahl von Stellen sind jeweilig zu besetzen. Unter den Bewerbern werden allein diejenigen in den Staatsdienst aufgenommen, welche in den jährlichen Konkurrenzen unter den Mittbewerbern am besten abgeschnitten haben; das heißt die Leistungen in jedem Examenfach werden ihrer Qualität nach mit einer Anzahl von Punkten bezeichnet, und diejenigen zwanzig, oder wieviel es sein mögen, die unter den Bewerbern die höchste Zahl von Punkten verzeichnen, haben bestanden.

2. Die Art, wie diese Punkte erworben werden können, ist noch merkwürdiger. Man kann selbst bestimmen, auf welchen Gebieten man sich prüfen lassen will. Die zulässigen Fächer sind — und das ist charakteristisch für das Wort des Professors Gierke, der sagte: wenn wir die Juristen aus der Verwaltung herausbringen, kommen wir zum Polizeistaat — Philosophie, Sprachen, Geschichte, Literatur, Naturwissenschaften und Mathematik und neuerdings auch auf gewissen Gebieten Volkswirtschaftslehre. Die Jurisprudenz dagegen ist überhaupt nicht unter den zulässigen Fächern vertreten. Man kann dann einen oder mehrere Gegenstände wählen. Letzteres ist ratsamer, wenn man mit einiger Sicherheit einen hohen Rekord an Punkten erreichen möchte. Ein Nachteil ist natürlich, daß von Jahr zu Jahr die Qualität schwankt, je nachdem der Jahrgang tüchtig oder weniger tüchtig ist.

3. Die erfolgreichen Bewerber werden alsbald angestellt, wobei die einzelnen Behörden ihrem Rang nach Optionen ausüben

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Société Générale des Condensateurs Electriques
Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen
gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

Kohlepapier und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Elektromotore und Dynamomaschinen
Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.

und umgekehrt die Bewerber Wünsche äußern können. Doch gehört das weiter nicht hieher. Die notwendige Praxis und administrativ-rechtlich-fachtechnische Kenntnisse werden alsbald vor allem im Dienst der Behörde selbst, in die der Bewerber sehr früh eintritt und in der er allmählich nach Alter und Fähigkeit vorrückt, erworben.

Nun kommt allerdings die Gegenseite: die Anmeldung ist ganz frei, die Examensregeln werden auch ganz generell aufgestellt. Man hat mir aber versichert, wenige Menschen meldeten sich tatsächlich zu diesem Examen bezw. hätten Aussicht, es erfolgreich zu bestehen, die nicht in Oxford, Cambridge oder einer ähnlichen Anstalt erzogen bezw. vorbereitet seien. Wer nicht den üblichen englischen Collegegang erfolgreich durchgemacht hat, kann im allgemeinen höchstens auf Grund ganz spezieller Fähigkeiten oder Verbindungen später außer der Reihe einberufen werden, oder er muß zunächst in die Subalternenkarriere eintreten und versuchen, sich hervorzutun. Dann wird er bisweilen in die obere Klasse befördert und kann — horribile dictu — trotz Herkunft aus der mittleren Karriere bis zu den höchsten Stellen aufsteigen. Denken Sie sich, ein Kanzlist oder Sekretär hätte in Deutschland Aussicht, es bis zum Range eines Ministerialdirektors zu bringen."

(schluß folgt)

Literatur.

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Praktische Beispiele zur richtigen Erfassung der Generalunkosten bei der Selbstkostenberechnung in der Metallindustrie. Von O. Laschinski. 68 S. Berlin 1917. Verlag von J. Springer (Preis: brosch. Mk. 3·—).

Die hervorragende Bedeutung des Selbstkostenwesens will Laschinski durch Besprechung eines Beispiels der Generalunkosten aus der Metallindustrie weiten Kreisen zur Kenntnis bringen; das Buch setzt aber schon ein sehr gutes Verständnis der Fabrikorganisation voraus, so daß es dem Anfänger das Studium unmöglich macht.

Laschinski führt ein Werk mit zwei Abteilungen genau in der Einrichtung der Generalunkosten vor; er gibt einige gut verwendbare Formulare über Unkostenposten, die für diesen Betrieb und ähnliche Anlagen ihren beabsichtigten Zweck erfüllen werden. Eine Schwäche liegt darin, daß der Verfasser dem Kapitel „Abschreibungen" zu wenig Bedeutung beimißt und nicht Beispiele darstellt, woraus die Buchhaltung Belehrung finden kann, wie man die Abschreibungen vom Anschaffungswert — diesen leider noch nicht allgemein durchgeführten, einzig richtigen Weg der Entwertung — durch entsprechende Statistiken ermitteln kann.

Für die Lohnnachweisung sind gleichfalls zu wenig Beispiele gegeben, besonders ist die Lohnkontrolle zu kurz behandelt. Fortgeschrittene finden aber in dem Gebotenen interessantes Material und gute Anregung für Ausbau ihrer Anlagen; eine nächste Auflage kann die besagten Mängel leicht beheben.

Ing. C. M. Lewin.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Ausfuhr von elektrischer Energie aus der Schweiz. Der Bundesrat hat nach Schweizer Blättermeldungen eine Verordnung erlassen, die über die Ausfuhr elektrischer Energie ins Ausland bestimmte Vorschriften aufstellt. Die Ausgabe der aus den inländischen Gewässern erzeugten elektrischen Energie in das Ausland bedarf der Bewilligung des Bundesrates. Dieser wird eine Bewilligung nur erteilen, wenn das öffentliche Wohl durch die Ausfuhr nicht beeinträchtigt wird und soweit als voraussichtlich die Kraft für die Zeit der Bewilligung im Inlande keine angemessene Verwendung findet. Die Ausfuhrbewilligung wird auf bestimmte Dauer und unter den vom Bundesrate festzustellenden Bedingungen erteilt. Sie kann jederzeit ohne irgendwelche Entschädigung zurückgezogen werden, wenn die Bedingungen nicht eingehalten werden. Der Ausfuhrberechtigte ist verpflichtet, zur Deckung der Verwaltungskosten während der Dauer der Bewilligung eine jährliche Gebühr von 20 Rappen pro kW an die Abteilung für Wasserwirtschaft des eidgenössischen Departements des Innern zu entrichten. Die Verordnung stellt sodann noch eingehende Vorschriften auf über die zur Ausfuhrkontrolle dienenden Meßeinrichtungen. Die Verordnung ist am 15. Mai in Kraft getreten.

Die Kautschukgewinnung der Welt. Die Menge des auf den Markt kommenden Plantagenkautschuks wächst, wie in einer Notiz in „Dinglers polyt. Jour." hervorgehoben wird, immer mehr an. Von 48 000 t im Jahre 1913 auf 153 000 t im Jahre 1916 und 210 000 t im Jahre 1917. Der wilde Kautschuk bleibt mit rund 50 000 t so ziemlich auf gleicher Höhe. Die Gewinnung in Niederländisch-Indien ist in dieser Zeit von 10 600 t auf 42 000 t gestiegen. Der Hauptabnehmer für Kautschuk sind die Vereinigten Staaten von Amerika, das (1917) 175 000 t verbraucht hat, gegen 17 000 t in Frankreich und 26 000 t in England. Der Herstellungspreis stellt sich in den holländischen Kolonien auf 60 bis 70 Cents pro Pfund, in New York kostet das Pfund Kautschuk 0·56 Doll., in England 2 sh 4 d.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Istrianer Elektrizitäts- und Kleinbahngesellschaft in Pola. Die Gesellschaft hat im Jahre 1917 eine Einnahme von K 404 397, somit die weithöchste Einnahme seit ihrem Bestande erzielt. Den höheren Einnahmen standen bedeu-

Schutzmarke.

Erste Österreichische Isolatorhülsen-Fabrik

Ferdinand Lysak

Innsbruck.

Isolatorhülsen

für alle Isolatoren-Größen

und für Hochspannung bis 50000 V.

Isolatorenhülsen sind das idealste Befestigungsmittel zum Aufmontieren der Isolatoren auf den Stützen.

Jahrelang lagerfähig! Glänzende Resultate!

In der ganzen Monarchie eingeführt!

Digitized by Google

end hohe Mehrausgaben gegenüber, welche durch die außerordentliche Steigerung der Preise sämtlicher Fahrbetriebsmittel und durch höhere Löhne sowie Zuerkennung von weiteren Teuerungszulagen und sonstigen Begünstigungen verursacht wurden.

Das Gewinn- und Verlustkonto schließt zuzüglich des Gewinnvortrages 1916 von K 928 mit einem Gewinne von K 160 383, der wie folgt verwendet wird: Ausschüttung einer 4%igen Dividende auf K 267 500 = K 10 700, einer 4·5%igen Dividende auf K 479 500 = K 21 577, zur Tilgung von 47 Aktien = Kronen 13 600, Ausschüttung einer 4·5%igen Dividende auf K 396 000 = 17 820, einer 4·5%igen Dividende auf K 86 400 = K 3888, einer 4·5%igen Dividende auf K 138 400 = 6228, Abzahlung bezw. Tilgung der von der Gemeinde über nommenen Garantie bezw. von dieser geleisteten Vorschüsse = K 80 210, als Tantieme für den Verwaltungsrat = K 636, Reservefond = K 636, 0·5%ige Superidivdende für Kronen 396 000 = K 1980, 0·5%ige Superdividende für K 86 400 = K 432, 0·5%ige Superdividende für K 138 400 = K 692 und Vortrag auf neue Rechnung K 1984.

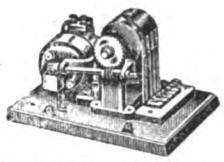
Canadian General Electric Co. Der Jahresbericht für 1917 ergibt einen Nettogewinn von 1 133 597 Doll., wovon 780 000 Doll. zur Ausschüttung einer Dividende verwendet werden. Der Rest wurde, vereint mit dem Saldovortrag vom Jahre 1916, auf eine Höhe von 966 293 Doll. gebracht, wovon 0·5 Mill. Doll. auf Reservekonto gebucht werden, während der Rest auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Kriegsbeschädigte als Betriebs- und Aufsichtsorgane für Elektrizitätswerke. Am k. k. Technologischen Gewerbe-Museum in Wien gelangt am 14. Juni l. J. ein viermonatlicher Kurs zum Abschluß, in welchem bei 20 Kriegsbeschädigte zu Betriebs- und Aufsichtsorganen für Elektrizitätswerke und elektrische Betriebe herangeschult wurden. Die Schulung umfaßte 17 Stunden pro Woche und erstreckte sich auf die allgemeine Elektrotechnik, auf das Maschinen-, Apparaten- und Installationswesen und war außerdem mit einem Praktikum für Apparate und Maschinenschaltungen sowie Betriebe verbunden.

Interessenten, die in ihrem Betriebe eine geeignete Stelle zu besetzen haben, werden gebeten, dies der Direktion des k. k. Technologischen Gewerbe-Museums in Wien IX/1, Währingerstraße 59 unter Angabe der näheren Bedingungen ehebaldigst mitzuteilen. Bemerkt wird noch, daß sich unter den Kursabsolventen manche besonders tüchtige, im Fache bereits vorgeschulte Männer befinden.

Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.
PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

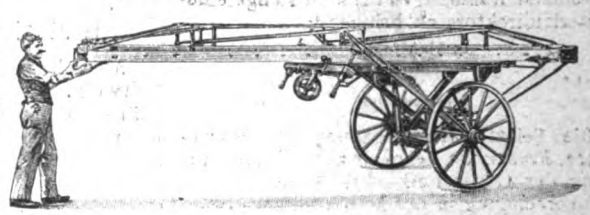
Strombegrenzer


Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame

Schaltuhr

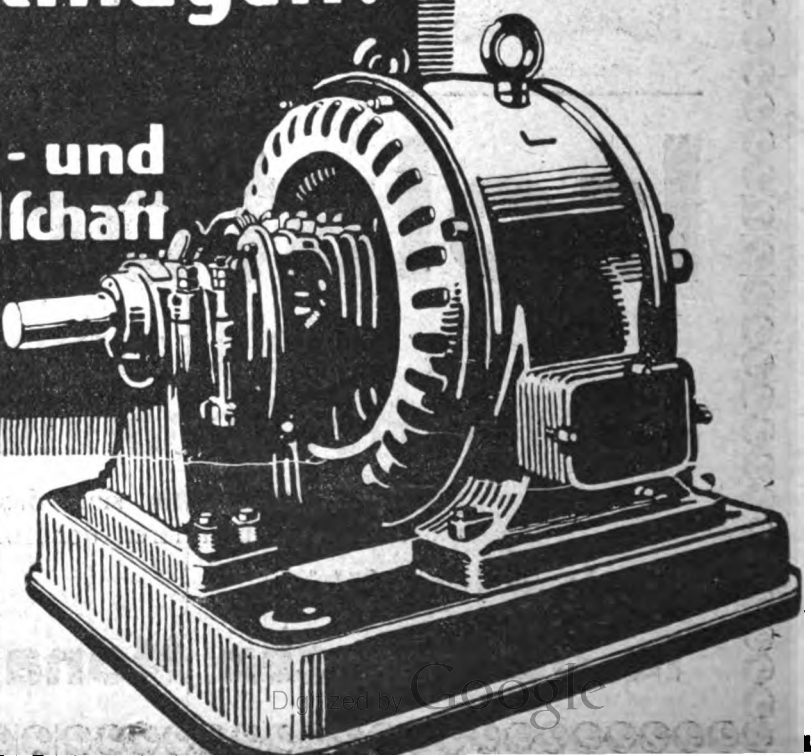
VERTRETER:
Für Österreich: **Dr. Paul Hollitscher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Fesenmeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m „ „ „ „ 5—15 „
Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.
Transmissionsleitern



Konkurrenzlose Qualität! Stets vorrätig.
Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern
Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.



Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 9. Juni. **ANZEIGER** 1918 — Heft 23

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die wirtschaftliche Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege. Von Dr. Friedrich Hertz. (Schluß.) — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Die wirtschaftliche Ausbildung der Techniker und die Aufgaben nach dem Kriege.

Vortrag, gehalten im Österreichischen Verband des Vereines deutscher Ingenieure.

Von Dr. Friedrich Hertz.

(Schluß von Heft 22, Seite 91.)

..Sie sehen also, es geht ohne langjähriges Studium der Rechtswissenschaften in Theorie und Praxis. Aber, meine Herren, im allgemeinen ist auch hier das stillschweigende Haupterfordernis ein breites und sorgfältiges geistiges Training, und zwar ein solches, das in den besten Formen, die vorhanden sind, erworben ist. Nur daß die Engländer so unendlich weise waren, sich nicht auf die Spannung eines juristischen Netzes über die gesamte Beamtentreppe zu verstehen, durch dessen Maschen alle die hindurchzuschlüpfen haben, welche vorwärts gelangen wollen. Man hat auch in den Gebieten der Naturwissenschaften, Geschichte und Philologie die geeigneten Vorbereitungswege erkannt. Wer in diesen Fächern ein wirklich gutes systematisches Training hat ist imstande, durch die ausgezeichnete Schulung der Praxis, in die er eintritt, und durch Fortbildung alles das hinzuzulernen, was er — einschließlich der notwendigen Rechtskenntnisse — nachher braucht.

Ich will nicht sagen, daß ich diesen modus procedendi sofort oder auch nur in absehbarer Zeit für unsere gesamte Beamtenhierarchie empfehlen würde. Bei gewissen in unserem Staatsleben und in manchen Behörden herrschenden Traditionen kämen wir dann vielleicht wirklich zu dem gedachten Polizeistaat. Aber es kommt mir darauf an, zu zeigen, daß der ganze Verwaltungsapparat des größten Weltreiches auf vollkommen anderen Prämissen aufgebaut ist, als solchen der juristischen Vorbildung. Und nicht anders ist es in Amerika. Daß unter dem in England herrschenden System die Rechtlichkeit oder Gerechtigkeit der Verwaltung, das Gefühl der Rechtssicherheit oder das Rechtsbewußtsein, der Rechtsstaat litte, wird niemand behaupten, und noch weniger, daß der englische Verwaltungsdienst, der mit wenigen Beamten so unendlich viel leistet, durch mangelnde juristische Vorbildung beeinträchtigt würde. So möchte ich mit aller Ruhe die Behauptung aufstellen: nur die bei uns übliche Tradition rechtfertigt es, daß dem juristischen Studium in seiner heutigen Gestalt ein so breiter Spielraum gegeben und es als unumgängliche Vorstufe so vieler Karrieren festgelegt ist. Allgemeine Rechtskenntnisse und ein Überblick über das System des bei uns geltenden Rechts sind zwar für alle Verwaltungsstellen nützlich und nötig. Übersicht über die Rechtsbegriffe auf seinem Spezialgebiet für den mit öffentlichen Angelegenheiten befaßten Verwalter durchaus wünschenswert. Die Schulung aber, die in dem großen historischen Apparat, der breiten Vorführung der Rechtsgeschichte, der systematischen Vorführung des Prozeßrechtes und anderes mehr vorgeschrieben ist — sie wird ja vielfach gar nicht in den Vorlesungen erworben, sondern beim Repetitor oberflächlich eingepaukt — ist keineswegs methodologisch die beste oder einzig empfehlenswerte für den Verwaltungsmann, geschweige für den volkswirtschaftlichen Fachbeamten".

Zu diesen Ausführungen eines hervorragenden Volkswirtes ist noch zu bemerken, daß ja selbst die eigentlichen Juristen in England einen anderen Bildungsgang durchmachen als bei uns. Sie absolvieren nicht zuerst theoretische Studien, sondern treten in eine Kanzlei ein, lernen aus der Praxis und vervollkommnen sich dann durch akademische Studien.

In Deutschland und bei uns ist der umgekehrte Weg vorgeschrieben. Dabei hat aber Deutschland den großen Vorzug, daß die Wirtschaftsfächer viel stärker entwickelt sind als bei uns. Die wirtschaftlichen Disziplinen sind ganz gewiß eine sehr gute Vorschule für die Verwaltungspraxis, weil ja die Verwaltung immer mehr Wirtschaftsverwaltung wird. Die alte Verwaltung bestand hauptsächlich im Verbieten und Erlauben. Es war dies die Auffassung des Polizeistaates. Die neue Verwaltungstätigkeit soll aber hauptsächlich im Organisieren, im Anregen und Fördern bestehen. Dies ist die Auffassung des modernen Wohlfahrtsstaates. Aber auch für die übrige Verwaltungstätigkeit bieten die Wirtschaftswissenschaften ein reiches Material dar, da sie viele historische, politische, technische und moralische Tatsachen umfassen, und mit den verschiedensten Strömungen der Zeit vertraut machen.

Leider sind wir nun in Österreich in der wirtschaftspolitischen Forschung und Ausbildung noch weit zurück. Betrachten wir nur, was in Deutschland allein der Verein für Sozialpolitik in bezug auf die Klärung aller wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse geleistet hat. In den volkswirtschaftlichen Seminaren der deutschen Hochschulen sind viele tausende von Arbeiten über fast alle Gebiete der Volkswirtschaft durchgeführt worden, so daß man sich mit leichter Mühe über jedes Gebiet orientieren kann, was bei uns leider nicht möglich ist. Dies bildet eine außerordentlich schätzenswerte Vorarbeit für die Gesetzgebung und Verwaltung. Wenn die deutsche Gesetzgebung vielfach vorbildlich ist und von uns häufig nachgeahmt wird, so liegt dies eben daran, daß eine Mitarbeit der besten Köpfe im weitesten Umfange stattfindet, daß alle Probleme unaufhörlich in der gründlichsten Weise in der Öffentlichkeit bearbeitet und diskutiert werden. Bei uns fehlt es größtenteils an der Sammlung und Bearbeitung der Tatsachen. Die österreichische Volkswirtschaft ist noch immer zum großen Teil ein unbekanntes Gebiet, wenn auch natürlich schon einige recht tüchtige Arbeiten vorliegen. Dann aber darf auch nicht vergessen werden, daß diese erwähnten Studien, die in Deutschland an den volkswirtschaftlichen Fakultäten, an den Handelshochschulen usw. ausgeführt werden, außerordentlich viel zur tüchtigen Schulung von Kräften und zur Verbreitung von Interesse und Verständnis für die volkswirtschaftlichen Aufgaben beitragen. Einer der größten Vorzüge der deutschen Volkswirtschaft ist die ungeheure Organisiertheit. Ich möchte nur erwähnen, daß die volkswirtschaftlichen Fachbeamten der verschiedensten Handelskammern, Vereine, Kartelle, Werke usw. in einer eigenen Organisation, dem Deutschen Volkswirtschaftsverband, vereinigt sind, der etwa 1500 Mitglieder zählt. Dies gibt ein ungefähres Bild, wie groß das Tätigkeitsgebiet des praktischen Volkswirtschaftsorganisators in Deutschland bereits ist. Auch der volkswirtschaftliche Teil der deutschen Zeitungen sieht ganz anders aus als bei uns. Vor allem aber besteht mehr gegenseitiges Verständnis zwischen den Wirtschaftskreisen und den Organen des Staates, was wieder ein besseres Zusammenarbeiten ermöglicht.

Der Krieg hat bei uns außerordentlich fühlbar gemacht, daß es einesteils an der notwendigen Materialsammlung fehlt und daß andererseits auch die geeigneten Kräfte nicht in genügender Zahl vorhanden sind. Im Frieden wird aber der Bedarf in beiden Richtungen ein noch viel dringlicherer sein.

Ich habe nun vor einiger Zeit in einer kleinen Schrift als Mittel zur Abhilfe die Gründung eines österreichischen Institutes für Wirtschaftspolitik, vorgeschlagen und die Gesellschaft österreichischer Volkswirte wird im Einvernehmen mit anderen Organisationen die Durchführung dieses Planes fördern. Das vorgeschlagene Institut soll ein Organisationsmittelpunkt sein, dem sich alle gleichstrebenden Vereine, Seminare usw. anschließen können. Es würde dafür sorgen, daß die wichtigsten Aufgaben der wirtschaftlichen Wiederherstellung auf die Tagesordnung gestellt werden, daß das Zusammenarbeiten aller angeschlossenen Kräfte zweckmäßig organisiert wird, auch müßten die Ergebnisse in eigenen Publikationen veröffentlicht werden. Um nur einige Aufgaben zu erwähnen: dringend gebraucht wird eine österreichische Wirtschaftsbibliographie, die alle Arbeiten auf diesem Gebiete durch die Zusammenstellung der vorhandenen Informationsquellen erleichtern würde. Es fehlt uns ferner an einem Handbuch der Wirtschaftskunde, das einen Gesamtüberblick über die österreichische Volkswirtschaft geben würde. Auch die Einführung von Wirtschaftsfächern an den Mittelschulen wäre sehr zweckmäßig, um das Interesse möglichst frühzeitig zu beleben und eine der wesentlichsten Lücken unserer heutigen allgemeinen Bildung zu ergänzen. Ich erlaube mir ferner, noch einige Sätze aus der erwähnten kleinen Schrift mitzuteilen:

„1. Veranstaltung von Spezialkursen und insbesondere von praktischen Übungen zur gründlichen wirtschaftlichen Ausbildung.

Es handelt sich hiebei nicht so sehr um die Veranstaltung von einzelnen Vorträgen, worin ja zum Beispiel die Gesellschaft Österreichischer Volkswirte, die Soziologische Gesellschaft und andere Vereine sehr viel leisten, sondern mehr um eine seminaristische Durchbildung eines engeren Kreises. Als Hörer sollten nicht nur Studierende der Hochschulen, sondern auch Angehörige der verschiedensten praktischen Berufe, die eine gewisse Vorbildung aufweisen, zugelassen werden. Besonderer Wert wäre auf die Heranziehung von Technikern, Kaufleuten und Landwirten zu legen. Neben Fragen allgemeiner Natur sollte immer auch die Förderung der praktischen Berufsausbildung im Auge behalten werden. Hiefür

einige Beispiele: Unsere sehr ausgebildete österreichische Statistik kann Kaufleuten und Technikern in vielen Beziehungen wichtige Informationen bieten. Sehr selten wissen sie sich aber dieses Hilfsmittels zu bedienen, meist sind ihnen die Quellenwerke und ihre Handhabung ganz unbekannt. Für angehende Leiter wirtschaftlicher Unternehmungen wären ferner applikatorische Übungen wertvoll, zum Beispiel: Die Ausarbeitung eines Gründungsplanes für ein Unternehmen, die Auswahl des günstigsten Standortes für eine neu zu schaffende Fabrik, die Berechnung der Vorteile eines neuen Verkehrsweges, die Erwägung der verschiedenen Möglichkeiten der rationelleren Betriebsgestaltung in einem veralteten Unternehmen usw. Womöglich müßten an solchen Übungen stets auch Praktiker teilnehmen, deren Kritik besonders wichtig wäre, um die Arbeiten der Teilnehmer vom Standpunkt der tatsächlichen Erfahrung zu kritisieren. Auch die Besichtigung von Unternehmungen, Studienreisen usw. sind bereits bewährte Mittel. Über solche Themen wären natürlich Fragen höherer Ordnung nicht zu vernachlässigen. Im Gegenteil sollten überall aus dem empirischen Detail theoretische Gesichtspunkte und Richtung gebende Ideen herausgearbeitet werden, wodurch gerade dem Wissenschaftsinteresse ein erheblicher Dienst geleistet werden dürfte.

2. Anregung und Förderung eigentlicher Forschungen.

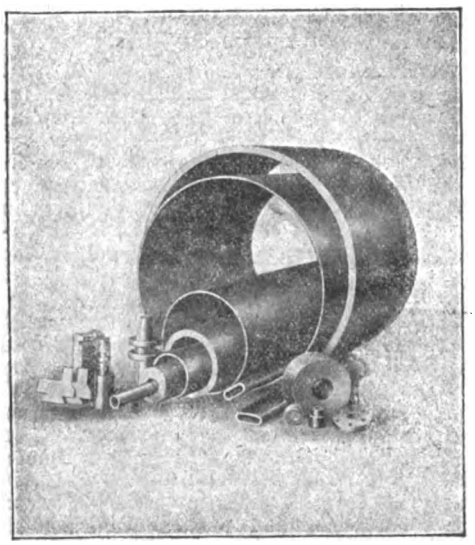
Nach dem Vorbilde des Vereins für Sozialpolitik wäre das gesamte Gebiet der österreichischen Volkswirtschaft planmäßig zu durchforschen und das Ergebnis dieser Arbeiten fortlaufend in einer Schriftenfolge zu veröffentlichen. Gegebenenfalls können auch Preisaufgaben ausgeschrieben oder Studienreisen subventioniert werden. Schon jetzt werden die Gebiete der Türkei, des Balkans usw. von deutschen Volkswirten gründlich studiert und wir haben allen Anlaß, uns hierin nicht überholen zu lassen. Auch das Deutsche Reich und andere Länder bieten Gelegenheit zu wichtigen vergleichenden Studien.

3. Wirtschaftliche Volksbildung.

Schließlich wäre anzustreben, auch breiteren Schichten des Volkes wirtschaftliche Bildung zu vermitteln, was bereits manche Vereine in ihren Vortragsprogrammen mit berücksichtigen. Doch sollte dieses Ziel in viel ausgedehnterer Weise verfolgt werden. Die früher angeregte seminaristische Ausbildung von Volkswirten würde erst die erforderlichen Träger einer solchen Aktion bereitstellen, die dann in Wort und Schrift dazu beitragen könnten, wirtschaftliches Verständnis auszubreiten. Heute bildet die öffentliche Erörterung volkswirtschaftlicher Fragen fast ein Monopol der politischen Parteien, die hiebei ihre einseitigen Interessen vor das Gesamtwohl stellen. Es wäre daher gewiß wünschenswert, den verschiedenen Klassen und Schichten Einsicht in die Verknüpfung ihrer Interessen mit jenen der Gesamtheit zu ermöglichen. Hiezu würden Vortragskurse, Veröffentlichung billiger populärer Schriften, Entlehnung wirtschaftlicher Bücher in die Provinz und dgl. beitragen".

Als Hauptsache betrachte ich die Ausbildung von Kräften für die großen Zukunftsaufgaben, und zwar nicht bloß von Kräften im rein technischen Sinne, also von bloßen Werkzeugen oder Mitteln. Vergessen wir nicht, daß die großen Techniker auch große Menschen waren und zu den hervorragendsten Kulturträgern der Menschheit gehörten. Auch der Techniker soll über die Ziele und Aufgaben der Menschheit nachdenken und insbesondere eine solche gesellschaftliche und staatliche Organisation anstreben, die es verhütet, daß die Technik noch einmal zum Werkzeug blinder Zerstörung entwürdigt wird, die vielmehr die Technik zu einem mächtigen Werkzeug zur Vermehrung des Glückes, des Wohlstandes und der Kultur der Menschheit macht.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

Digitized by Google

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Kenezlö. Der Aktiengesellschaft der Bodrogközer landwirtschaftlichen Eisenbahn wurde die Bewilligung zur Vornahme technischer Vorarbeiten für den Bau einer schmalspurigen landwirtschaftlichen Eisenbahn mit Dampf- und elektrischem Betrieb von Kenezlö bis zur Station Balsa erteilt.

Erzsebetfalva. Der Raczkeve jarasi es kiskunlaczhazaer Sparkassen-A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer normalspurigen Lokaleisenbahn mit elektrischem oder Dampfbetrieb von Erzsebatfalva, eventuell von Szentlörincz ausgehend, über Kiskunlaczhaza bis zur Gemeinde Tass und von dort bis zur Station Szalkszentmarton der Kunszentmiklos-Dunapatajer Lokaleisenbahn erteilt.

Sümeg. Dem Advokaten Dr. Johann Fürst in Sümeg wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer normalspurigen Lokaleisenbahn mit Dampf- oder elektrischem Betrieb von der Station Keszthely abzweigend über Vindornyafok bis zur Station Sümeg der Dunantuler Lokaleisenbahn abzweigend eventuell von Zalaszanto über Szöllösvindornya gleichfalls bis Sümeg erteilt.

Ausnutzung der russischen Wasserkräfte zu Elektrizitätszwecken. Der nationale wirtschaftliche Rat nahm die Schaffung einer Einrichtung elektrischer Stationen zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Newa, Wolchowja, Wukza, Swiri, Narowja und anderen Flüsse in Angriff. Die Elektrisierung ist vorgesehen zur Erreichung einer Energiemenge, die zur Speisung der gesamten Petersburger Industrie und zu Beleuchtungszwecken ausreicht. Für Petersburg allein wird eine Kraftstation an der Wolchowja mit 60.000 kW errichtet werden.

Firmennachrichten.

Robert Bosch, Ges. m. b. H., Wien. Unter dieser Firma wurde soeben eine neue Gesellschaft in das Handelsregister eingetragen. Der Betriebsgegenstand ist: Die Herstellung und der Vertrieb von Kleinmaschinen, Apparaten und Vorrichtungen, sowie Waren und Werkzeuge aller Art, die in das Gebiet der Elektrotechnik und Feinmechanik fallen. Höhe des Stammkapitals ist K 400 000, darauf geleistete Barzahlungen sind K 100 000. Geschäftsführer sind Ludwig Winterberg, Hugo Borst und Ing. Reinhold Elwert.

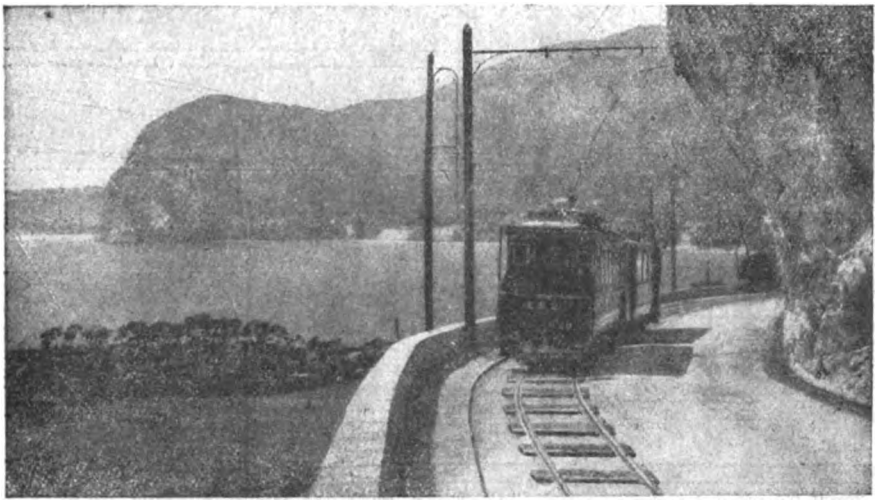
Merseburger Überlandbahnen-A.-G. Unter diesem Namen haben sich die bisherigen Merseburger Überlandbahnen-A.-G. und die elektrische Straßenbahn Halle-Merseburg-A.-G. zusammengeschlossen. Der Zweck ist, daß unter Beteiligung der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin, ein großzügiges Projekt in Aussicht begriffen ist, daß die weitere Umgebung von Merseburg, wo sich gewaltige Industrien angesiedelt haben und wo demnach die Linie des geplanten Saale-Elster-Kanals Halle—Leipzig hindurchgeführt werden soll, mit einem Netze von Überlandbahnen versehen werden soll. Es ist zunächst vorgesehen, eine Straßenbahn von Roßbach über Kayna nach Merseburg, von Merseburg nach Dürrenberg, von Ammendorf—Halle nach Schkeuditz, von Halle—Ammendorf nach Schafstädt über Lauchstedt, von Dürrenberg nach Lützen und von Roßbach nach Weißenfels. Im ganzen sind das etwa 68 km Überlandbahnen, deren Bau auf 10 Mill. Mark veranschlagt ist. Die neue Gesellschaft wird zunächst mit 2·5 Mill. Mark Kapital ausgestattet, von welchen die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft 40% übernimmt. Den Rest übernehmen in der Hauptsache die interessierten Kommunalverwaltungen. Die Bauausführung der Projekte liegt in den Händen der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Schweiz. Kraftübertragung, A.-G. für Verwertung und Vermittlung von Elektrizität. Unter diesem Titel wurde kürzlich durch die Nordostschweizerischen Kraftwerke (N. O. K.) und die Bernischen Kraftwerke (B. K. W.) eine neue Unternehmung gegründet, die einen weiteren Schritt in der Konzentration

·hiw·

Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.

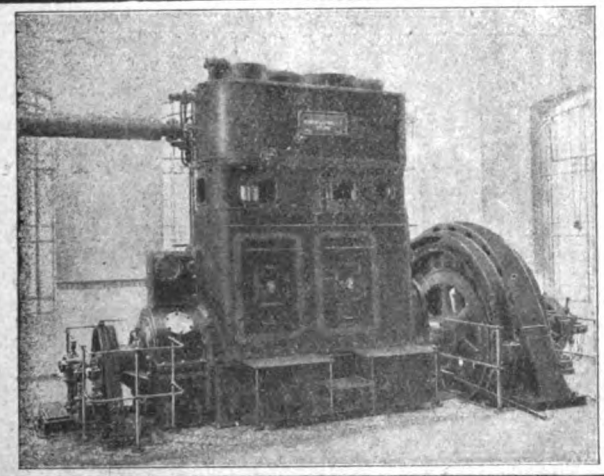
·hiw·



·hiw·

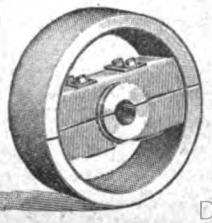
Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

·hiw·



Aktiengesellschaft für Maschinenbau
vorm. BRAND & LHUILLIER in Brünn
liefert
Lokomobilen, fahrbar und stationär.
Hocheffekt-Dampfmaschinen.
Schnellaufende Dampfmaschinen (Kapseltype) für elektrische Zentralen.
Burkhardtkessel (Patent). Bei hoher Spannung größtmöglichste Dampferzeugung, bezogen auf den Boden-Quadratmeter, für große Zentralen besonders geeignet.
Sicherheits-Doppeldampfraum-Kessel mit gemeinsamem Wasserraum, System „Bul" (Patent).
Dampfkessel aller Systeme.
Ekonomiser, Temperaturregler (Patent), Dampfüberhitzer, Transmissionen, Rohrwerkstätte etc. etc.

Kohlepapier und Farbbänder
für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei
Robert Kratochwil, Teplitz i. B.



Kurials zweiteilige
Holzriemenscheiben
für Fest-Leer-Lauf.
Stufen-Seil-Scheiben in allen Größen.
Zahnradkämme! Solideste Ausführung!
H. KURIAL, Spezial-Fabrik
GRAZ, Wienerstr. 198. Fernspr. 146.

der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie in der Schweiz bedeutet. Die neue Unternehmung bezweckt zunächst die vollständige Ausnutzung der in den Stromquellen der N. O. K. und der B. K. W. erzeugbaren Energie. Zu diesem Zwecke sollen die Netze der beiden Gesellschaften durch eine Hochspannungsleitung von 100 000 V verbunden werden. Diese Leitung ermöglicht außerdem, dritten in ihrem Bereiche liegenden Elektrizitätswerken überschüssige Energie zuzuführen oder von ihnen aufzunehmen. Die so zu erreichende intensivere Ausnutzung der Kraftwerke soll eine möglichst wirtschaftliche Verwendung der elektrischen Energie herbeiführen. Das Aktienkapital der neuen Gesellschaft beträgt vorläufig 3 Mill. Franken, wovon 20% bereits einbezahlt sind; der Sitz der Unternehmung ist Bern. Es ist vorgesehen, daß sich auch andere schweizerische Elektrizitätswerke an der neuen Gesellschaft beteiligen können.

Kabelfabrik und Drahtindustrie-A.-G., Wien. Dr. Richard Reis, Hof- und Gerichtsadvokat in Wien wurde als Mitglied des Verwaltungsrates eingetragen.

Friedrich Perveslor, Wien. Offene Handelsgesellschaft seit 1. Mai 1918. Gesellschafter Friedrich Pervesler, Elsa Pervesler und Fritz Holzberg.

Richardt & Möse Elektrizitäts-Ges. m. b. H., Wien. Richard Blaha als Geschäftsführer eingetragen.

Der Verwaltungsrat der krainischen Industrie-Gesellschaft hat den derzeit als Hauptmann in der wissenschaftlichen Gruppe der Kriegswirtschaftsabteilung des k. u. k. Kriegsministeriums eingeteilten Zivilingenieur Dr. Victor Stöger zum Chefelektriker ernannt.

Ing. Adolf Wladimir Schleyen, bisher Direktor der Galizischen Bergmann-Elektrizitätswerke ist zum Direktor der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vormals Sokolnicki & Wisniewski in Krakau ernannt worden.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Aktiengesellschaft für elektrische und Verkehrsunternehmungen, Budapest. Der Reingewinn für 1917 beträgt K 828 216. Die kürzlich stattgehabte Generalversammlung beantragte die Auszahlung einer 5%igen Dividende.

Elektrizitätswerke Liegnitz A.-G., Liegnitz. Der Aufsichtsrat beschloß, der auf den 26. Juni 1918 nach Liegnitz einzuberufenden Generalversammlung die Verteilung von 5% Dividende (wie i. V.) vorzuschlagen.

Nr. 3 MITTEILUNGEN 1918
DES REICHSVEREINES ELEKTROTECHNISCHER HANDELSFIRMEN

Einheitliche Arbeitszeit.

Der Reichsverein elektrotechnischer Handelsfirmen hat sich an seine Mitglieder wegen Einführung einer einheitlichen Arbeitszeit für die Dauer der Sommermonate gewendet. Es soll dabei zwischen Geschäften, welche nur Kanzleiarbeiten und solchen, welche offene Läden haben, ein Unterschied gemacht werden. Für erstere wird eine Geschäftszeit von 8 bis 4, Samstag, event. von 8 bis 1/2 3 Uhr, für letztere die Arbeitszeit von 8 bis 12 und 2 bis 6, an Samstagen von 2 bis 4 Uhr angeregt. Da in diesem Sinne fast nur zustimmende Antworten eingelangt sind, empfiehlt der Reichsverein ein einheitliches Vorgehen.

Anzeigepflicht von Maschinen.

Der Reichsverein elektrotechnischer Handelsfirmen macht auf die Verordnung des Handelsministeriums vom 23. April 1918, R. G. Bl. Nr. 149 u. 150, betreffend die Anzeigepflicht und die Verkehrsbeschränkungen für Maschinen aufmerksam. Der Reichsverein wird ein Merkblatt zur Ausgabe bringen, das die Bestimmungen dieser Verordnung in übersichtlicher Weise zusammenfaßt. Derartige Merkblätter können bei der Geschäftsstelle des Reichsvereines, IV, Schwarzenbergplatz 16, unentgeltlich bezogen werden.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 16. Juni. **ANZEIGER** 1918 — Heft 24

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Geschäftslage der Elektrizitätsindustrie. — Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Metallbericht. — 8. Kriegsanleihe.

Die Geschäftslage der Elektrizitätsindustrie.

Von Dr. **Heinrich Schreiber**, Wien.

Die Elektrizitätswerte haben unversehens in den letzten Tagen einen merkbaren Aufschwung genommen. Sie sind an der Börse wesentlich in die Höhe geschnellt. Man kann nicht gerade behaupten, daß dies inmitten einer Hausseepoche geschehen ist, die wahllos alle Aktien in die Höhe treibt, sondern es geschah abseits von solchen Symptomen; man möchte sagen als ein Objekt einer Spezialhausse. Fragt man aber nach den Beweggründen, so kann man in den Kreisen, die als informiert gelten können, zwar geheimnisvoll geflüsterte Andeutungen erhalten, die sich aber auf keine konkreten Daten stützen. Wenn auch die Bewegung in den allerletzten Ausläufern in ihrem Elan nachgelassen hat, zum Stillstande ist sie nicht gekommen und das Interesse für die Elektrizitätswerte dauert an. Gerade in den letzten Tagen sind die Bilanzen und Rechenschaftsberichte einzelner größerer Elektrizitätsfirmen erschienen, wie zum Beispiel der A. E. G.-Union-Elektrizitätsgesellschaft und der Gesellschaft für elektrische Industrie, und auch hier forscht der Blick vergeblich nach Aufschlüssen, welche einer so erklecklichen Steigerung Nahrung bieten können. Die Berichte zeigen wohl, daß das reguläre Geschäft der Elektrizitätsfirmen in einer fortdauernden Entwicklung begriffen ist, aber sie zeigen auch nicht mehr; im Gegenteile: die Lichtseite des Fortschrittes wirft auch mannigfachen Schatten. Kaum eine Industrie ist von der Versorgung mit Rohstoffen so abhängig wie die Elektrizitätsindustrie und nicht einmal die Fabrikation von elektrischen Artikeln allein ist es, die ihr untertan ist, sondern auch die Erzeugung von elektrischer Energie hat damit zu rechnen. Wenn es auch gelungen ist, insbesondere zur Erzeugung von Maschinen, von Drähten und sonstigen elektrischen Bedarfsartikeln, für die Metalle und vorzugsweise Kupfer die Hauptbestandteile bilden, Ersatzstoffe und Sparmittel ausfindig zu machen, wenn es gelungen ist, zur Isolierung statt Gummi, Kautschuk und dgl. andere Behelfe zu verwenden, so kann doch nicht übersehen werden, daß immerhin die Qualität und die Intensität der Produktion unter solchen Surrogaten leidet. Für die Stromerzeugung gilt dies ebensosehr und vielleicht noch viel mehr, weil hier auch noch die Kalamität in der Brennstoffversorgung eine vermehrte Bedeutung erlangt, nicht gerechnet die exorbitante Teuerung und die Knappheit in dem sonstigen Betriebsmaterial. An diese empfindlichen Störungen hängt sich aber bei beiden Prozessen noch das Bleigewicht des Leutemangels, der Schwierigkeiten in der Approvisionierung, der erhebliche Anstieg aller Unkosten und Personalauslagen. Letztlich, aber vielleicht nicht in letzter Linie, tritt für die Elektrizitätswerke noch hinzu die Hinderung, der sie dadurch begegnen, daß es ihnen verwehrt wird, für alle diese Erschwernisse und Verteuerungen der Gestehung einen Ausgleich in der Preisbildung zu suchen. Jede andere Industrie hat es in der Hand, die erhöhten Betriebsauslagen auf die Preise zu schlagen. Das Stromlieferungsgeschäft gehört zu jenen wenigen Unternehmungen — wenn [illegible] allein steht — deren schwert und eventuell ganz unmöglich gemacht wird. Die Ursache hiefür liegt in der ganz eigentümlichen juristischen Konstruktion des Lieferungsvertrages, der sich als langfristiger, in Teillieferungen zerlegter Dauervertrag vollzieht und dabei an eine fixe Preislage gebunden ist, die doppelt verschlossen wird: einerseits durch den regulären Konzessionsvertrag mit den Straßenverwaltungen (gewöhnlich Gemeindekonzessionsvertrag) und andererseits durch den Stromlieferungsvertrag mit den Konsumenten. Jeder dieser beiden Teile muß für sich die Preissteigerung gewähren. Die Unterdrückung steht also auf der einen Seite dem konzessionierenden Vertragsteile und auf der anderen Seite dem Kollektivvertrage mit den Abnehmern gegenüber, an dem sie einseitig grundsätzlich nicht rühren kann. Der Unternehmung steht es mithin nicht zu, eine Hinaufsetzung des Preises zu dekretieren, es sei denn, daß es sich um ein Gemeindewerk handelt, welches an solche Bindungen nicht gefesselt ist oder es sonst in der Macht hat, sich die Freiheit der Tarifbildung zu wahren. Dem Privatunternehmer bleibt dies versagt, er muß von Rechts wegen die Gutheißung der übrigen Vertragsteile erwirken, und bei dem Kollektivvertrage mit den Abnehmern handelt es sich um hunderte und aberhunderte von Partnern. Zwar sind den Elektrizitätsunternehmungen verschiedentliche Rechtssprüche scheinbar zu Hilfe gekommen, welche die Judikatur über den Einfluß des Krieges auf Lieferungsverträge im allgemeinen gefällt hat, von dem Grundsatze ausgehend, daß die Unverhältnismäßigkeit und Unerschwinglichkeit einer Leistung einer Unmöglichkeit gleichzuachten ist und mithin einen Vertrag aufzulösen vermag. Damit ist aber dem Elektrizitätsunternehmer nicht gedient; er strebt nicht die Auflösung der Verträge an, die bei ihrer regulären Fülle auch das reguläre Fundament für die Wirksamkeit des Unternehmens bilden. Die Auflösung eines Vertrages kann nur frommen dort, wo es sich um vereinzelte Sonderabmachungen handelt; wo aber der Dauerkontrakt mit der Sukzessivlieferung die Norm ist, müssen Mittel und Wege gefunden werden, die Norm aufrechtzuerhalten, aber die Grundlage ihrer Durchführung zu verbessern. Gewiß gibt — worauf hier in diesem Zusammenhange hingewiesen sein mag — das novellierte bürgerliche Gesetzbuch eine Handhabe, unter Umständen dies im Prozeßwege zu erzwingen, weil nach § 914 A. B. G. B. in seiner neuen Fassung der Richter die Macht hat, bei Auslegung von Verträgen über den buchstäblichen Sinn hinauszugehen und die wahre Absicht der Parteien zu erforschen, also den Vertrag so zu verstehen, wie es der redliche Verkehr und das Lebensbedürfnis erheischt. Allein selbst dieses Ventil ist nicht so einfach zu handhaben, denn dem widerspenstigen Vertragsteile gegenüber zwingt es doch wieder zur Prozeßführung und ein solcher Kollektivvertrag würde daher eine Unsumme von Prozessen für den Unternehmer nach sich ziehen. In Wirklichkeit kann also nur die wirtschaftliche Einsicht der Gegenpartner zum Ziele führen und es muß anerkannt werden, appeliert wird. Mannigfach jedoch stößt der Unternehmer auf taubes Gestein, und derart führen die Stromwerke einen harten Kampf in der Preisfrage. Alles dies wirkt zusammen, um die Lage der Stromwerke keineswegs zu einer rosigen zu gestalten. Sie müssen viele Kümmernisse bewältigen, die ihnen die Aufrechterhaltung eines ordentlichen Betriebes auferlegt und das aufreibende Bestreben, die Gefahrung von allzu empfindlichen Verlusten infolge der gedrückten Preislage fernzuhalten. Diese Erfahrung machen wir nicht bloß in der Heimat, auch in Deutschland, steht es nicht anders und ebensowenig in Ungarn; dort allerdings haben die Stromwerke den Weg zur Regierung gesucht und gefunden um von ihr Abhilfe zu verlangen und eine gesetzliche Verfügung zu provozieren, wonach die Stromwerke berechtigt werden sollen, einen Preisaufschlag infolge der Kriegsteuerung zu begehren. Hierzulande hat man von einem ähnlichen Vorgange Abstand genommen, um nicht den Anschein zu wecken, als ob die Elektrizitätswerke der Regierung das Recht einräumen wollten, sich in die Tarifbildung einzumengen. Indessen wird den Elektrizitätsunternehmungen diese staatliche Einmengung ja doch nicht erspart bleiben. Wer sich vor Augen hält, was der neue Entwurf eines Elektrizitätswirtschaftsgesetzes beabsichtigt, indem er die staatliche Ingerenz stützt und kräftigt und der Regierung auch das Recht zur Tarifbestimmung vorbehält, der wird zugeben müssen, daß die Unternehmungen hier eine Art Vogel-Strauß-Politik treiben und daß sie jetzt, wo der Eingriff des Staates ihnen hätte nützlich werden können, ihm ausgewichen sind, sich ihm aber werden fügen müssen, wenn er ihnen zum Abbruche geraten kann. Mit dem Prinzipe ist es eine schöne Sache, nur darf es nicht den Vorteil erschlagen. Auch sonst erweckt die Reform, die mit dem Elektrizitätswirtschaftsgesetze angebahnt werden soll, für die Elektrizitätsunternehmungen keine allzu hochgespannten Aspekte, mag es auch manchenorts als eine Linderung angesehen werden, daß das Gesetz die Bildung von gemischtöffentlichen Unternehmungen befördern will, wodurch ein Zusammenschluß und eine Kooperation des öffentlichen Kapitals mit der privaten Unternehmertätigkeit verbürgt wäre. Woher denn also der Auftrieb, den die Elektrizitätsaktien und -werte gefunden haben? Möglicherweise wurzelt dieser in der Hoffnung auf die zukünftigen werktätigen Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft, die allerdings nicht gering einzuschätzen sind; möglicherweise findet er seine Nahrung in den Verkehrsproblemen für die Großstädte, an deren Spitze Wien schreitet oder auch in den Gerüchten über eine großzügige Wasserkraftpolitik, die von dem Ministerpräsidenten angekündigt war und für die sich auch das Finanzkapital mit einem Konsortium von Wiener Großbanken angelegentlich interessieren soll. Daß die Elektrifizierung der Bahnen nicht lange auf sich warten lassen kann, liegt zutage; es drängt schon die Kohlennot dazu. Übrigens aber hat der Krieg im Gegensatze zu früheren ablehnenden Ansichten das Projekt der Elektri-

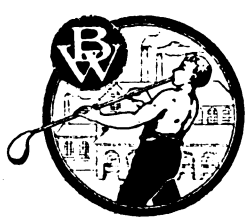
Bedenken geläutert, indem man erkannte, daß aus strategischen Rücksichten kein Hindernis besteht, die Bahnen elektrisch zu betreiben, ja daß im Gegenteile den militärischen Zwecken mit dem elektrischen Antrieb eher gedient ist. Es würde zu weit führen, das für und wider in diesem rein wirtschaftlichen Rahmen aufzurollen; tatsächlich ist es, daß sich die berufsmäßigen Stellen in einem durchaus günstigen Sinne für die Elektrifizierung der Bahnen ausgesprochen haben. Weder feindliche Angriffe, noch Akte der Sabotage oder die Schwierigkeit in der Beherrschung der Leitungs- und Schienenwege sind Behinderungen für die Elektrisierung und sie verschärfen sich eher bei Dampfbahnen. Daß hiebei die Wasserkräfte, neben den Stickstoff- und Karbidwerken, vorzugsweise für unsere Alpenbahnen, die Hauptrolle spielen, versteht sich von selbst, und da auch das fesselnde Bild eines Reichskraftnetzes uns vor Augen geführt wird, welches darauf beruht, daß die alpenländischen Wasserkräfte mit den Energiequellen der sudetischen Kohlenflötze verkoppelt werden, so ist allerdings der Phantasie ein hinlänglicher Spielraum geboten, um, wenn schon nicht der Gegenwart, so doch der künftigen Friedensarbeit der Elektrizitätsindustrie, und zwar sowohl der Fabrikation wie der Energieerzeugung, mit aller Berechtigung die günstigsten Chancen abzugewinnen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

A. E. G. - Union Elektrizitäts-Gesellschaft. Die geschäftliche Tätigkeit war auch im Geschäftsjahre 1917 ausschließlich den vielen Aufgaben, die durch den Krieg gestellt wurden, gewidmet. Die allgemein bekannten Schwierigkeiten der Materialbeschaffung, der Kohlenknappheit und der Mangel an Arbeitskräften mußten der Gesellschaft eine Beschränkung in der Annahme von Aufträgen auferlegen. Auch der Mangel an Raum in der Fabrik bildete ein Hemmnis, da die Vollendung des Neubaues infolge der geschilderten Schwierigkeiten eine Verzögerung erlitten hat. Nach dem jetzigen Stande der Bauarbeiten dürfte die Großmaschinenhalle Ende Juli bezogen werden können. Durch diese Erweiterung wird es der Gesellschaft ermöglicht, immer mehr zur Eigenfabrikation überzugehen. Allerdings wird die Ausgestaltung der Fabrikationseinrichtungen ziemlich bedeutende Kosten verursachen; diesem Umstand wurde bereits durch die in diesem Jahre erfolgte Erhöhung des Aktienkapitales auf Nominale 24 Mill. Kronen Rechnung getragen, doch dürfte in absehbarer Zeit die Beschaffung weiterer Mittel erforderlich werden. Zwecks Adaptierung zu Bureauräumen wurden zwei Häuser erworben. Die Unkosten erfuhren eine namhafte Steigerung, da insbesondere die Arbeitslöhne ebenso wie die den Beamten gewährten Teuerungszulagen wiederholt bedeutend erhöht werden mußten. Auch die Versorgung der Angestellten und deren Angehörigen mit den nötigen Lebensmitteln erforderte die Schaffung einer eigenen Organisation, welche eine weitere erhebliche Belastung zur Folge hatte. Für den Übergang in die Friedenswirtschaft sind alle Vorbereitungen getroffen, so daß bei dem großen Bestand unerledigter Aufträge und weiteren größeren, in Aussicht stehenden Bestellungen das Unternehmen auf lange Zeit mit reichlicher Beschäftigung versorgt ist. Die Bilanz schließt bei vorsichtiger Bewertung der Aktiven, nach Vornahme der Abschreibungen und Deckung aller Ausgaben, mit einem Reingewinn von K 1 854 653. Hievon werden 4% als Dividende auf das Aktienkapital von 20 Mill. Kronen = K 800 000 verteilt. Von den restlichen K 1 054 653, abzüglich des Gewinnvortrages von K 175 712, das ist von K 878 940, entfallen statutenmäßig 5%, das ist K 43 947, als Tantième für den Direktionsrat. Von den verbleibenden K 1 010 706 werden K 800 000 als Superdividende bestimmt und der Rest von K 210 706 auf neue Rechnung vorgetragen.

Steiermärkische Elektrizitäts-Gesellschaft Graz. Die Stromeinnahmen im Jahre 1917 betrugen K 1 821 601, mithin um K 99 488 mehr als i. V. Die namhaften Erhöhungen der Betriebskosten haben die Gesellschaft gezwungen, ähnlich wie alle Elektrizitätswerke, an die Stromabnehmer

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Dringend gesucht:

1 Gleichstrommotor, 3—4 PS, 220 V, 600—1000 Touren, Nebenschluß oder Compoundwicklung mit Wendepolen
1 Gleichstrommotor, 10—12 PS, 220 V, 600—1000 Touren, Nebenschluß oder Compoundwicklung mit Wendepolen
1 Gleichstrommotor, 4—6 PS, 220 V, 600—1000 Touren, Nebenschluß oder Compoundwicklung mit Wendepolen
1 Gleichstrommotor, 35–40 PS, 220 V, 600–1200 Touren, Nebenschluß oder Compoundwicklung mit Wendepolen
1 Gleichstrommotor, 15 PS, 220 V, 600—1200 Touren, Nebenschluß oder Compoundwicklung mit Wendepolen.
Für sämtliche Motoren einen Ölanlasser für Vollast und geschlossenen Schaltkasten.

Expreßofferten an
Oesterreichische Daimler-Motoren-A.-G.
Wiener-Neustadt.
2120

Digitized by Google

behufs Erhöhung der Strompreise heranzutreten. Die Mehrzahl derselben hat sich der Einsicht nicht verschließen können, daß die vollständig geänderten wirtschaftlichen Verhältnisse eine entsprechende Erhöhung der Strompreise rechtfertigen, doch ist diese Bewegung noch nicht zum Abschlusse gelangt. Der Gesamtanschlußwert aller Stromverbraucher beträgt 10 299 kW. Die erzeugten kWh betragen 41 240 600. Die Betriebsausgaben betragen K 363 086. Der der Generalversammlung zur Verfügung stehende Überschuß beträgt K 287 217, aus welchem $^1/_{20}$ des Jahresnutzens, das ist K 14 361, dem Reservefonds zugewiesen werden. Zuzüglich des Gewinnvortrages von K 30 799 ergeben sich K 303 655, aus dem eine 5%ige Dividende auf das Aktienkapital von 6 Mill. Kronen K 300 000 verteilt werden und der Rest von K 3655 auf neue Rechnung vorgetragen wird. Die allgemeinen Erschwernisse bewirkten auch eine Verzögerung der Bauarbeiten am Elektrizitätswerk Faal. Infolgedessen war es nicht möglich, den Betrieb auf Ende des Jahres aufzunehmen und ist erst im April 1918 die Stauung bewirkt worden und die Betriebsaufnahme erfolgt. Die projektierte Fernleitung wird, soweit sich die Verhältnisse gegenwärtig übersehen lassen, bis Marburg zur Ausführung gelangen, während für die Fortsetzung bis Graz erst eine Klärung abgewartet werden muß. Die gesamten Aufwendungen für den Bau der Anlage Faal betragen pro Ende 1917 K 21 727 047.

Gmundener Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft. Das verflossene Jahr charakterisierte sich hauptsächlich dadurch, daß die Betriebskosten infolge der Lohnverhältnisse und der enormen Preissteigerungen sich vermehrten, dagegen aber wie bei allen elektrischen Beleuchtungs- und Kraftanlagen die Einnahmen sich steigerten, da der große Petroleum- und Kohlenmangel die Nachfrage nach elektrischer Energie erhöhte. Durch die damit erzielten Mehreinnahmen wurden die Mehrkosten wettgemacht, so daß das Gesamtergebnis ziemlich gleich dem des Vorjahres geblieben ist. Auf der Lokalbahn Stadtplatz Gmunden bis Bahnhof Gmunden wurden im Jahre 1917 162 904 Personen gegen 157 664 im Jahre 1916 befördert. Es wurden K 32 843 Betriebseinnahmen erzielt (K 35 429 i. V.). Sowohl auf der Lokalbahn Gmunden—Vorchdorf als auch auf der Lokalbahn Vöcklamarkt—Attersee ist der Verkehr stark gestiegen, ebenso aber auch die Betriebskosten, bei der Lokalbahn Gmunden—Vorchdorf besonders infolge der notwendigen Schwellenauswechslung. Da der Holzpreis auf das Drei- bis Fünffache des Friedenspreises gestiegen ist, wird die Schwellenauswechslung in den nächsten Jahren die Betriebskosten aller Bahnen stark beeinflussen. Weiter sind auch die Instandhaltungskosten der Fahrbetriebsmittel infolge Steigerung der Löhne und der Materialpreise bedeutend in die Höhe gegangen. Die Betriebseinnahmen von K 159 837 aus dem Beleuchtungsbetrieb im Jahre 1916 sind 1917 auf K 198 765 gestiegen. Infolge des Mangels an Material ist das Installationsgeschäft fast ganz zum Stillstand gekommen. Erweiterungsbauten wurden, abgesehen von einigen Hausanschlüssen, nicht hergestellt. Der Betrieb hat sich normal abgewickelt, nur mußten über Auftrag der Militärleitung zeitweise Reduktionen von Stromabgaben vorgenommen werden, um in erster Linie die elektrische Energie für solche Industrien zu sichern, welche für Heereszwecke arbeiten. An Kriegsanleihen wurden im ganzen K 90 000 gezeichnet, wovon K 30 000 dem Pensionsfonds gehören. Der zur Verfügung stehende Reingewinn von K 47 323 soll in folgender Weise zur Verteilung gelangen: Amortisation von sieben Stück Prioritätsaktien K 2800, Reservefonds K 1947, 4·5% Dividende K 27 522, Tantième an den Verwaltungsrat K 947, 1·25% Superdividende K 8125, auf neue Rechnung werden K 5982 vorgetragen.

Metallbericht. Die wirtschaftlichen Nachrichten aus den Vereinigten Staaten lassen erkennen, daß es der Regierung mit ihren Kriegsrüstungen durchaus ernst ist. Ende Mai schreibt das Fachblatt „Iron Age", daß der amerikanischen Stahl- und Eisenindustrie neue Regierungsaufträge in großen Dimensionen in Aussicht ständen; vor allen Dingen würde sich dies auf Stahlplatten beziehen, was auf eine noch intensivere Betreibung des Schiffsbaues schließen läßt. Interessant ist dabei die weitere Mitteilung, daß die Erhöhungen der Eisenbahnfrachten die Preise der Eisen- und Stahlfabrikate beträchtlich belasten, so daß für Fertigfabrikate Preisaufschläge von 2 bis 3 Doll. pro t in nächster Zeit zu erwarten sein dürften.

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen

gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Elektrischer Leitungsdraht

gummiisoliert, neu, Friedensware, alle Querschnitte von 1 mm² bis 70 mm² in großen Mengen **sofort ab Lager lieferbar.** 2106

Gefl. Anfragen an **Karl Hoyer, Salzburg - Liefering.**

Hochglanzpolierte, vernickelte, elektrische

Bügeleisen

mit auswechselbarem Heizkörper, 110, 150, 220 und 250 V, samt Schnur und Stöpsel, jedes Quantum **lieferbar** bei

Kéler és Mechner, Budapest VI, Király u. 108.

Telegramme: „Mechanik". Fernsprecher: 96-00.

Gesucht

1 Drehstrommotor

150 bis 250 PS, 500 V, 50 Per, oder 200 bis 300 PS, 380 V, 50 Per, im Umtausch gegen **1 Drehstromgenerator** für 136 kVA Dauerleistung, 600 V, 50 Per, 750 U. p. min samt Erregermaschine, Schalttafel und sonstigem Zubehör.

Angebote an **Ludwig Franz & Söhne, Dampfmühle, Marburg a. d. Drau.** 2113

Dieselmotor

neu, oder sehr gut erhaltener für zirka 50 PS

zu kaufen gesucht.

Angebote mit Angabe der Provenienz an **Elektrowerk**

Wie soll man sein Fachblatt lesen? Man kann auch von den besten Dingen einen solchen Gebrauch machen, daß man keinen Nutzen davon hat; so kann man sein Fachblatt recht aufmerksam lesen und doch sich den vollen Gewinn daraus entgehen lassen. Um aber den vollen Gewinn zu ziehen, bedarf es der sofortigen Ausnutzung aller gebotenen Chancen; und wie erzielt man die? Indem man beim Lesen immer ein Paket Postkarten neben sich legt, und bei jedem Offert, bei jeder geschäftlichen Mitteilung, die auch nur einiges Interesse hat, sofort um genaue Offerten, Prospekte, Kataloge usw. schreibt. So soll man sein Fachblatt

Digitized by Google

Welche Schwierigkeiten sich indessen gerade der Schwerindustrie aus einer jahrelangen, intensiven Kriegführung eines Staates entgegenstellen, läßt die Lage der österreichischen Eisenindustrie erkennen, die durch den jüngst veröffentlichten Geschäftsbericht der Alpinen Montangesellschaft scharf illustriert wird. Danach hat die Produktion im ersten Quartal des laufenden Jahres in den wichtigsten Fabrikaten gegenüber der Erzeugung in der entsprechenden Periode des Vorjahres einen neuerlichen erheblichen Rückgang erfahren, der in der Hauptsache auf den herrschenden Arbeitermangel und die ungenügende, zeitweilig stockende Versorgung mit Kohle und Koks zurückzuführen ist. Der Ausfall in der Erzeugung gegenüber der gleichen Periode des Jahres 1917 betrug in Roherz 1·24 Mill. q, in Roheisen 0·48 Mill. q, in Ingots 0·56 Mill. q und in fertiger Walzware 0·31 Mill. q, das ist bei Ingots ein Prozentsatz von 52 und bei fertiger Walzware von 50·5. Gegenüber dem ersten Quartal 1916 ist das Verhältnis noch ungünstiger, da auch das Jahr 1917 bereits eine rückläufige Produktion zeigte. Im Absatz von Eisenfabrikaten ergab sich im ersten Quartal dieses Jahres ein Ausfall von 564 000 q. Dagegen hob sich der Geschäftsgang im April und Mai nicht unbedeutend, da die Belieferung mit Brennmaterial eine bessere war. Im Juni dagegen haben sich die Verhältnisse wieder ungünstiger gestaltet, da die Förderung stark nachgelassen hat. Die Gesamtproduktion der Hochöfen ist von 216 Waggons täglich auf 106, also um mehr als die Hälfte zurückgegangen. Die während des Krieges auf 20 000 gestiegene Arbeiterzahl hat sich auf zirka 18 000 vermindert. *Lp.*

8. Kriegsanleihe.

Die Kriegsanleiheversicherung bietet auch demjenigen Gelegenheit höhere Beträge zu zeichnen, der über keine größeren Barmittel verfügt. Die Kriegsanleiheversicherung verbindet die vaterländische Pflicht mit der Fürsorge für die Familie und sich selbst.

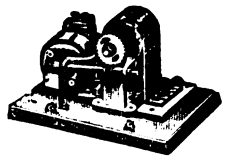
Der k. k. österr. Militär-Witwen- und Waisenfonds ermöglicht auf Grund seiner Vereinbarungen mit dem Österr. Phönix den Abschluß einer Kriegsanleiheversicherung unter außerordentlich günstigen Bedingungen.

Die beiliegende Anmeldekarte, welche alle näheren Bedingungen und Prämiensätze enthält, wolle in allen Rubriken ausgefüllt zur Absendung gebracht werden.

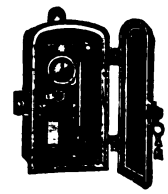
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenser



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

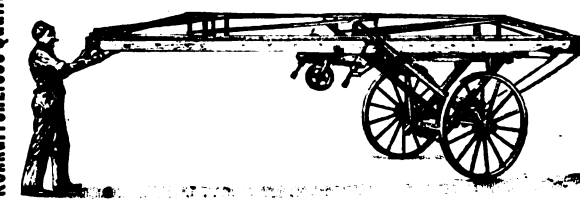
Für Österreich: **Dr. Paul Heltscher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Fesenmeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare Schiebleitern für Höhen von 10—30 m „ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



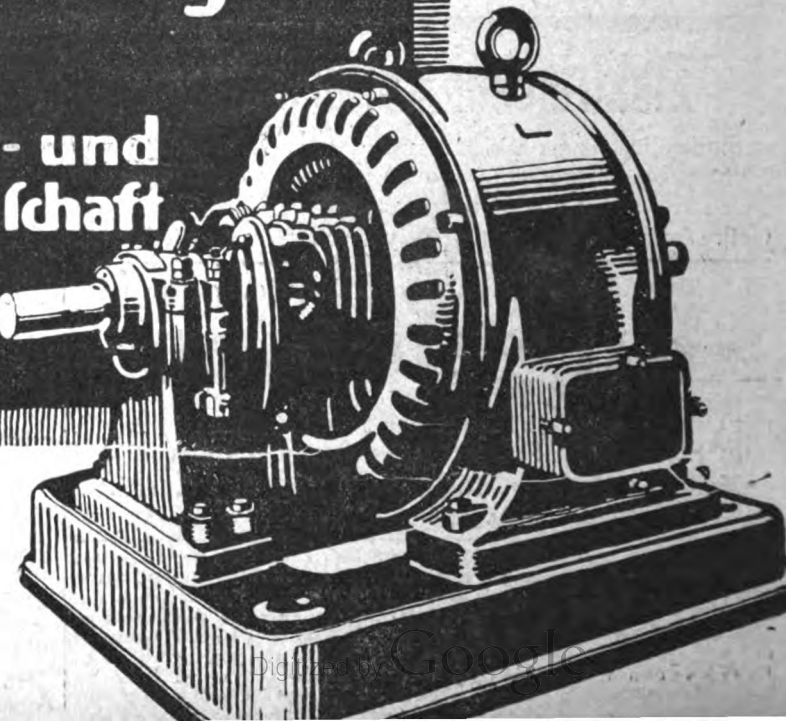
Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 23. Juni. **ANZEIGER** 1918 — Heft 25

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Einfuhr elektrotechnischen Materials nach Rußland. — Literatur. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Kriegsanleihe-Versicherung mit Unfallversicherung.

Die Einfuhr elektrotechnischen Materials nach Rußland.

In einem wohl unterrichteten Artikel richtet „L'Industrie Electrique" in ihrer Nummer vom 10. Februar d. J. das Augenmerk der französischen Industriellen auf den künftigen Bedarf Rußlands an Elektromaterial und schreibt einleitend, daß die gegenwärtigen, stellenweise anarchischen Zustände auch wieder einmal schwinden und mit dem Weltfrieden auch der innere Friede in dem großen Reiche Einkehr halten werde. Sehr objektiv sieht der Verfasser voraus, daß Deutschland den Löwenanteil an den zu erwartenden Lieferungen haben werde und verweist auf die bisherigen Bemühungen der Deutschen, den Markt durch Ingenieure, die der Landessprache kundig sind und die ausgiebige Benutzung des Annoncenteiles der russischen Fachblätter seitens der deutschen Fabrikanten zu erobern. Aber er fordert gleichzeitig seine Landsleute auf, den Deutschen nicht die gesamte Ernte zu überlassen, wobei er vorsichtig durchblicken läßt, daß die Franzosen auf diesem Gebiete auch mit dem Wettbewerb der englischen Bundesgenossen zu rechnen haben würden.

Der Verfasser bringt eine Statistik über die Entwicklung der Einfuhr von elektrischem Material in den Jahren 1904 bis 1913, aus der wir die markantesten Zahlen in Nachstehendem wiedergeben; hiebei sei bemerkt, daß derartiges Material in der russischen Einfuhrstatistik unter den beiden Rubriken „Elektrische Artikel" und „Metallwaren" geführt wird.

	Elektrische Artikel Mill. Rubel	Metallwaren Mill. Rubel
1904	4·472	96·167
1906	5·567	106·969
1908	7·073	129·616
1910	10·888	186·006
1912	17·014	229·201
1913	25·240	259·718

Die Steigerung beträgt also in der vorliegenden Zeitspanne für die erste Warengruppe 550% und für die zweite 250%, wobei noch zu beachten ist, daß das Tempo des Aufschwunges, wie namentlich aus der Steigerung von 1912 zu 1913 ersichtlich ist, ein immer schnelleres vor dem Kriege wurde. In gleicher Weise entwickelte sich auch der Import noch im ersten Halbjahr 1914. Dieser lebhafte Bedarf Rußlands erklärt sich in erster Reihe aus der geringen Konkurrenz, den die Elektrizitätszentralen seitens der Gasanstalten zu erfahren haben, deren es in dem weiten Reiche für Zwecke des allgemeinen Verbrauchs nur 20 gibt, gegen 1622 in England und 552 in Deutschland. Also nicht das Gas, auch nicht die gewaltige Produktion von Petroleum im Lande standen im alten Rußland der Entwicklung der Elektrizitätsversorgung entgegen, sondern in erster Reihe die Langsamkeit und Umständlichkeit der bürokratischen Maschinerie bei den Verwaltungsbehörden, auch den städtischen. Erst die Verwaltungspraxis der Semstwos während des Krieges hat mit dieser, dem Gemeinwohl nachteiligen Methode aufgeräumt und läßt auch eine Wandlung für die Friedenszeit erhoffen.

Der Verfasser verweist auf die schon vor dem Kriege beabsichtigte Elektrifizierung der russischen Eisenbahnen, die Schaffung von Zentralen zur Stromversorgung der Industrie und die damit in Verbindung stehende Ausnutzung der Wasserkräfte, besonders des Imatrafalls in Finnland*) und der Kaukasusflüsse, indem er hervorhebt, daß hiemit trotz der Ungunst des Augenblicks auf alle Fälle gerechnet werden müsse.

Für die Lieferung des zur Verwirklichung dieser Projekte erforderlichen Materials wird Rußland selbst nur hinsichtlich der Leitungen als vom Auslande einigermaßen unabhängiger Produzent in Frage kommen, dank schon bestehender Anlagen, die meistens ausländischem Unternehmungsgeist ihr Entstehen verdanken. Es sind dies: The United Cable Works in Petrograd, die zum Siemens & Halske-Konzern gehören; la Compagnie Générale d'Electricité Russe; ferner eine Zweigfabrik der Firma Felten & Guillaume und die Werkstätten Koltschugin in Moskau und Kelerowo. Seit Bestehen dieser Fabriken ist der russische Import von Kabeln innerhalb von 10 Jahren von 3000 t auf 150 t im Jahre 1913 heruntergedrückt worden. Auch in Telegraphen- und Telephonmaterial, namentlich in ersterem, dürfte Rußland vielleicht dahin gelangen, ziemlich seinen Bedarf zu decken. Bisher bestanden in Petrograd die Aktiengesellschaft L. M. Ericsson & Co. und die Firma N. K. Heissler & Co. Schließlich dürfte noch der Import in Akkumulatoren mit dem Wettbewerb der Petersburger Tudorfabrik zu rechnen haben. Für elektrische Antriebsmaschinen bestanden vor dem Kriege die Compagnie Générale d'Electricité Russe mit Fabriken in Riga, die russischen Siemens-Schuckertwerke in Petrograd, die Compagnie Russe d'Electricité Dynamo in Moskau, die der amerikanischen Westinghouse-Gesellschaft nahe steht. Es erscheint, von den politischen Verschiebungen ganz abgesehen, ausgeschlossen, daß diese und noch einige andere Anlagen der Nachfrage werden genügen können, die von der künftigen Entwicklung der elektrischen Einrichtungen in Rußland zu erwarten ist.

Der Verfasser, welcher ausdrücklich betont, daß es nützlich sei, die bezüglichen deutschen Statistiken zu studieren, verweist darauf, daß im Jahre 1912 von dem gesamten Import an Elektromaterial nach Rußland 86·6% aus Deutschland kamen, 6% aus England und 1·8% aus den Vereinigten Staaten. Wenn er also seine französischen Landsleute auffordert, sich zu bemühen, Deutschland seiner privilegierten Stellung auf diesem Gebiete zu berauben, so bleibt für diese unstreitig noch ein großes Feld übrig. Er verweist selbst auf den Vorsprung, den die Deutschen schon dadurch vor dem Kriege hatten, daß sie große Mengen von Ersatzteilen für ihre Maschinen lieferten, und auf die Vorteile, die sich die deutsche Technik schon während des Krieges durch die Besetzung der Randgebiete und die nahe Berührung mit der Bevölkerung derselben verschaffen konnte. Elektrische Instrumente und Glühlampen erwähnend, macht der Verfasser darauf aufmerksam, daß von letzterem Artikel Deutschland 90%, also fast die gesamte Einfuhr lieferte, Österreich 9%. Er ist wiederum objektiv genug, zu erklären, daß ein solches Überwiegen nicht allein auf die geographische Nachbarschaft zurückzuführen ist, sondern hauptsächlich auf den Weitblick der deutschen Unternehmer, die sich nicht besonnen haben, große Kapitalien in die elektrische Industrie Rußlands selbst hineinzustecken, um dort festen Fuß zu fassen. Vom 1. Jänner 1911 bis zum 1. Jänner 1914, also in drei Jahren, haben die in Rußland arbeitenden fünf elektrischen Fabriksaktiengesellschaften, die ausschließlich mit deutschem Gelde arbeiten, ihr Kapital verdoppelt.

Wenn auch eine Revision der russischen Eingangszölle nach Kriegsbeendigung zu erwarten ist, so wird doch keine russische Regierung mit Rücksicht auf die notwendige Erhaltung der eigenen Industrie dieselben ganz abschaffen können; es muß daher mit einer Fortdauer des Protektionismus gerechnet werden. Nur die bisher übermäßig hohen Zölle auf Halbfabrikate aus Eisen und anderen Metallen dürften im Interesse der eigenen weiterverarbeitenden Industrie eine Ermäßigung erfahren.

Der Verfasser redet schließlich einer Errichtung französischer Filialfabriken in Rußland das Wort; da aber diese Entwicklung lange Zeit in Anspruch nehme, solle auch Frankreich den Export nach Rußland mehr pflegen und sich nicht durch die bestehenden Schwierigkeiten, namentlich durch die ganz unbegründete Furcht vor Verlusten bei Kreditgewährung nach diesem Lande, abschrecken lassen. Das hauptsächlichste Übergewicht der Deutschen über ihre Konkurrenten bestände in ihrer genauen Kenntnis der gesamten russischen Zustände, der Zollverhältnisse, der Transportmittel und ihrer Tarife und endlich ihrer großen Erfahrung bezüglich der Art, mit der russischen Verwaltung zu verkehren.

Die vorliegenden Ausführungen lassen erkennen, welche Zukunftsaussichten sich auch für die österreichische Industrie auf dem Gebiete des ehemaligen russischen Kaiserreiches eröffnen. *Lp.*

*) Vergl. E. u. M. 1917, Anzeiger, Seite 96.

Literatur.

Die Produktionsgrundlagen der österreichischen Industrie vor und nach dem Kriege, insbesondere im Vergleich mit Deutschland. Von Dr. Friedrich Hertz. Verlag für Fachliteratur, Ges. m. b. H., Wien.

Wer ein Urteil über die augenblicklich so wichtigen und aktuellen Fragen unserer Wirtschaftspolitik gewinnen will, muß unbedingt die Produktionsgrundlagen unserer Industrie genau kennen. Trotz zahlreicher zerstreuter Aufsätze und Arbeiten darüber hat es bisher noch an einem zusammenfassenden Buche gefehlt, das in objektiver und wissenschaftlicher Weise alle damit zusammenhängenden Fragen beleuchtet. Dr. Friedrich Hertz, der hiefür schon eine Vorarbeit in seiner 1910 erschienenen Abhandlung „Die Schwierigkeiten der industriellen Produktion in Österreich" geleistet hatte, hat sich nun dieser Aufgabe unter-

zogen und seine Untersuchungen im vorliegenden 268 Seiten starken Buche in vorzüglicher Weise zusammengefaßt. Dasselbe enthält so reichhaltiges Material, daß es im Rahmen einer kurzen Besprechung nicht genügend gewürdigt werden kann. Wir behalten uns deshalb vor, in einem eigenen Artikel diejenigen Punkte ausführlich wiederzugeben, welche insbesondere für die elektrotechnische Industrie von Belang sind.

Indessen sei aber die Lektüre der wertvollen Schrift jedem auf das Beste empfohlen. *E. Honigmann.*

Kaindls Reklame-Bücherei. Band I: **Bibliographie der deutschen Reklame-, Plakat- und Zeitungsliteratur.** Von J. J. Kaindl, Wien XIII/7 (Preis kart. K 10·60).

Der Verfasser hat durch die Ausgestaltung seines im Jahre 1913 erschienenen „Buches der Reklame" von 512 auf 3557 Quellenangaben ein möglichst vollständiges Nachschlagewerk der Reklameliteratur geschaffen. Es enthält nicht nur ein nach den Namen der Verfasser alphabetisch geordnetes Verzeichnis mit genauer Quellenangabe der gesamten, auch während des Krieges erschienenen Reklamebücher und Zeitschriften, sondern auch Aufsätze und Vorträge über das Reklamewesen, welche zum Teil nicht mehr im Buchhandel erhältlich sind. Das Auffinden der einschlägigen Literatur wird durch ein Sachverzeichnis nach Fachgruppen, sowie ein Namen-, Orts- und Länderverzeichnis der angeführten Werke wesentlich erleichtert; besonders die Schaufenster-, Plakat- und Außenreklame erscheint eingehend berücksichtigt. Hinsichtlich der Maschinen- und Elektrizitätsreklame dürfte die einschlägige Literatur leider noch recht spärlich sein; diesbezüglich muß wohl auf die überaus reichhaltige Geschäftsreklame der ausführenden Firmen und Werksanlagen verwiesen werden, insbesonders auf die in den letzten Jahren seitens der Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung in Berlin herausgegebenen Flugblätter, Broschüren und sonstiges Propagandamaterial. Das Buch ist bestens zu empfehlen. *L. Rosenbaum.*

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

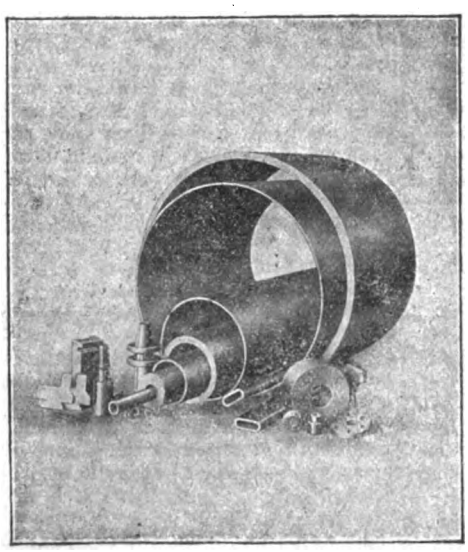
Görömböly. Der Miskolczer Dampfziegelei-Aktiengesellschaft wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten auf die Dauer eines Jahres für den Bau einer schmalspurigen Industriebahn mit Dampf- oder elektrischem Betrieb von der Ziegelei in dem Gebiete der Gemeinde Görömböly bis zur gesellschaftlichen Ziegelei im Gebiete der Gemeinde Hejöcsaba erteilt.

Kraszna. Dem Grundbesitzer Akusius Lengyel in Kraszna wurde die Bewilligung zur Vornahme technischer Vorarbeiten für den Bau einer normalspurigen Lokaleisenbahn mit Dampf- oder elektrischem Betrieb, abzweigend von der geplanten Station Kraszna der projektierten Szilagysomlyo-Feketetoer Lokaleisenbahn bis zur Station Zilah der Szilagysager Lokaleisenbahn erteilt.

Mezökövesd. Dem Ingenieur August Markus und dem Holzhändler Heinrich Friedmann in Budapest wurden für den Bau einer im eigenen Betriebe zu führenden schmalspurigen Lokaleisenbahn mit Dampf- oder elektrischem Betrieb von der Station Mezökövesd der kgl. ungar. Staatseisenbahnen über Bogacs bis zur Gemeinde Cserepfalu die Bewilligung zur Vornahme der technischen Vorarbeiten erteilt.

Elektrizitätswerk Vierwaldstättersee-Zugersee. Die „Zentralschweizerischen Kraftwerke in Luzern" haben nach Mitteilung der „Schweizer Technikerzeitg." die Ausnutzung des Höhenunterschiedes Vierwaldstättersee-Zugersee, bezw. Lorzeausmündung in die Reuß mit 47 m Gefälle projektiert. Dieses Gefälle verteilt sich mit 20 bezw. 27 m auf die Werke Küßnacht-Immensee mit 14 400 PS und Hagendorn a. d. Lorze mit 18 300 PS, so daß mit einer theoretischen Gesamtleistung von zusammen = 32 700 PS im Jahresmittel gerechnet wird. Das Konzessionsgesuch liegt vorerst bei der

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

Digitized by Google

Regierung von Schwyz. Aber auch Luzern und vorab die Stadtbehörde wird sich mit dem Projekte zu befassen haben. Bei Niederwasser fließen heute minimal 15 m³/s Wasser durch das Reußbett; nach Erstellung des Küßnachter Werkes werden es minimal 2 bis 3 m³/s sein, das heißt das korrektionierte, 36 m breite Reußbett würde bis zur Emmenmündung beinahe trocken gelegt und in einen offenen Kloakenkanal verwandelt. Die Minimalabflußmenge von 15 m³/s sollte auf keinen Fall überschritten werden. Neben diesen unhaltbaren sanitären Übelständen besteht aber auch in wirtschaftlicher Hinsicht die Gefahr, daß die Binnenschiffahrt abgelenkt wird. Ein Projekt Gelpke zum Beispiel sieht u. a. bei Emmenbrücke einen Umschlagshafen mit Kanal bis Horw vor. Beim Ausbau der beiden Kraftwerke aber ist es gegeben, auch auf die Schiffahrtsverhältnisse Rücksicht zu nehmen und dann würde die Stadt Luzern vollständig abgefahren. *W.*

Firmennachrichten.

Elektrische Glühlampenfabrik „Watt" A. G. Wien. Karl Fiedler, Artur Adler, Hugo Breitner, Otto Ehrenfest, Ernst Müller und Herman Schnek als Mitglieder des Verwaltungsrates gelöscht. Leopold Aschner, Ing. Ernst Egger, Heinrich Fellner, Leo Fischmann, Maxime v. Krassny und Josef Pinter als Mitglieder des Verwaltungsrates eingetragen.

Vereinigung österreichischer Elektrizitätswerke, Wien. Der Handelsminister hat gemäß § 4, Absatz 3 der Ministerialverordnung vom 30. März 1917, R. G. Bl. Nr. 137 die Vereinigung österreichischer Elektrizitätswerke in Wien provisorisch mit den Aufgaben eines Wirtschaftsverbandes betraut.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Ganzsche Elektrizitäts-A.-G. Budapest. Die am 26. v. M. abgehaltene ordentliche Generalversammlung beschloß, aus dem Reingewinn von K 1 839 506 eine 8%ige Dividende = K 32 pro Aktie auszuschütten, dem Reservefonds K 200 000, dem Pensionsfonds der Beamten K 70 000 zuzuführen und den Rest von K 381 403 auf neue Rechnung vorzutragen. Gleichzeitig wurde beschlossen, das Stammkapital im Wege der Ausgabe von 15 000 neuen Aktien a nominale K 200 auf Kronen 24 Mill. zu erhöhen.

Bund der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen Deutschlands E.-V. Am 13. Mai fand die dritte ordentliche Mitgliederversammlung des Bundes der Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen Deutschlands statt, der sämtliche privaten Elektrizitätsversorgungs- und Finanzierungs-Gesellschaften Deutschlands von irgendwelcher Bedeutung umfaßt. In den beteiligten Betrieben sind ausweislich der Rechnungsabschlüsse etwa 2·75 Milliarden Mark angelegt. Neben der Erledigung der satzungsmäßigen Geschäfte befaßte sich die Versammlung auch mit dem dem Reichstage vorliegenden Entwurf eines Umsatzsteuergesetzes, zu dem folgende Entschließung gefaßt wurde: „Die Steuerfreiheit, die § 3 des dem Reichstage vorliegenden Entwurfes eines Umsatzsteuergesetzes für die Lieferungen von elektrischer Arbeit durch staatliche und kommunale Regiebetriebe vorsieht, ist eine durch nichts gerechtfertigte steuerliche Privilegierung der an derartige Regiebetriebe angeschlossenen Verbraucher. Gegen eine derartige Steuerbefreiung einzelner Verbraucherschichten muß auf das entschiedenste Verwahrung eingelegt werden, zumal in einer Zeit, wo gleichheitliche steuerliche Leistungen von jedermann zu fordern sind."

Hartmann & Braun A. G. Frankfurt a. M. Der Reingewinn für 1917 ergab zuzüglich Vortrag Mk. 1 029 866 gegen Mk. 906 302 i. V., und zwar nach Abschreibungen von Mk. 616 641 (Mk. 506 671 i. V.). Die Dividende für das erhöhte Aktienkapital

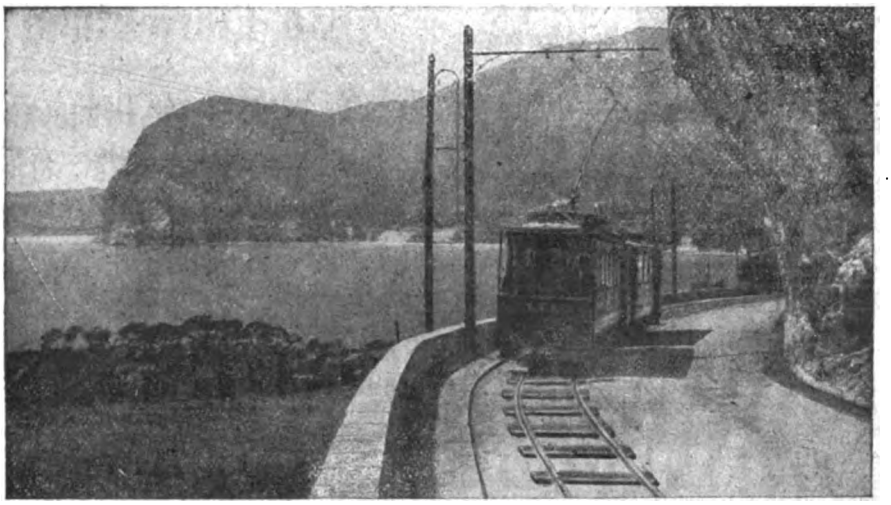
·hiw·

. Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.

·hiw·



·hiw·

Masten Schwellen

imprägniert

(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)

kyanisiert

(System Kyan).

·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.

Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad

empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.

Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.

Porzellan für technische Zwecke.

Hochspannungs-Prüfstation bis 250000 Volt.

Vertretung für Wien und Niederösterreich:

Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Schalttafelklemmen

(Original Druseidt-Klemmen)

Billigste Bezugsquelle

Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Digitized by Google

von Mk. 2 100 000 wird auf 15% gegen 14% i. V. heraufgesetzt und außerdem durch Ausgabe von 300 000 neuen Gratisaktien an die Aktionäre nachträglich wie im Vorjahre (damals 340 000 Gratisaktien) eine besondere Zuwendung gemacht, dadurch stellt sich — die Aktien zu pari berechnet — die gesamte Ausschreibung auf etwa 29·5%.

Algemeene Nederlandsche Electriciteits Maatschappij. Der im „Telegraaf" vom 25. März erschienene Rechenschaftsbericht dieser Gesellschaft läßt ersehen, daß die Geschäftsaussichten für das laufende Jahr 1918 als günstige bezeichnet werden. Seit Jahresfrist liegen für über 1 Mill. holl. Gulden Aufträge vor, für welche das nötige Material vorhanden gewesen ist. Der Bruttogewinn beläuft sich auf 27·78%, die ausgeschüttete Dividende beträgt 21%.

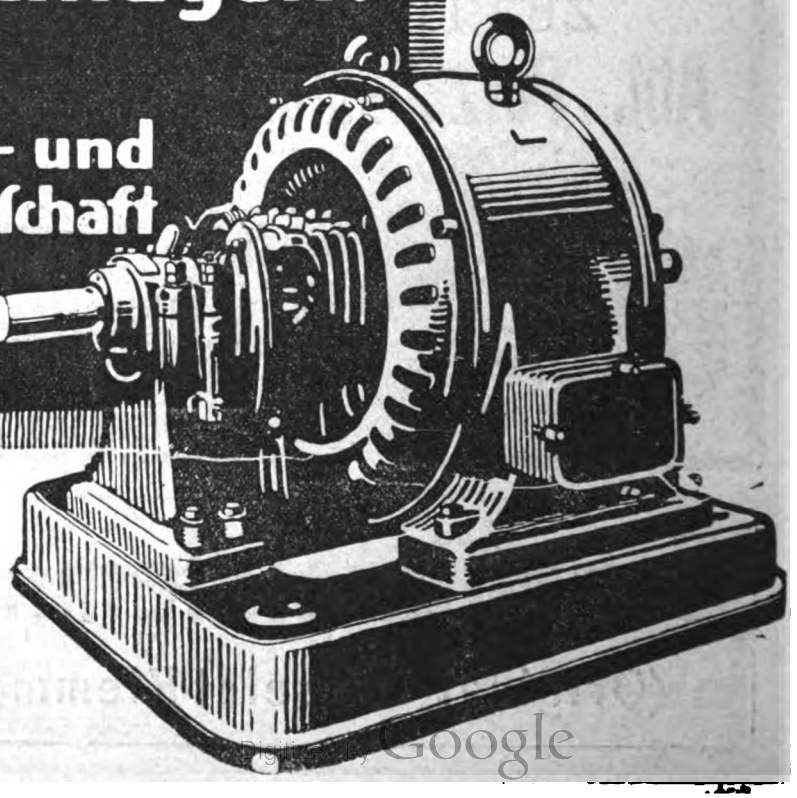
Les exploitations électriques. Die Gesellschaft befaßt sich mit der Herstellung von Stromverteilungsnetzen sowie mit Bahnbau, Errichtung von Gasanstalten usw. und hat eine Anzahl französischer Städte mit Strom zu versorgen. Pariser Finanzzeitschriften ist zu entnehmen, daß die obige Gesellschaft 20 000 in zehn Jahren rückzahlbare Bons zu 490 Fr., 6% verzinsbar, herausgibt.

Energie électrique du Sud-Ouest. Die Gesellschaft hat im Jahre 1917 einen Betriebsgewinn von Fr. 4 034 157 erzielt (+ Fr. 980 809 gegen 1916). Dem Ergebnis sind noch der Saldovortrag und die Interessen hinzuzufügen. Nach Bestreitung der Zinsen, Abschreibungen und Dotierung eines Spezialabschreibekontos mit Fr. 350 000, beläuft sich der Nettogewinn auf Fr. 1 877 351, gegenüber Fr. 1 641 922 des Jahres 1916. Es gelangt eine Dividende von Fr. 30 auf die alte Aktie und von Fr. 15 auf die neue Aktie zur Ausschüttung, deren Begleich den Betrag von 4·62 Mill. Francs erforderte.

Kriegsanleihe-Versicherung mit Unfallversicherung. Dieser Nummer liegt ein Prospekt der Versicherungsabteilung für Staats-, Staatsbahn- und Privatbahnangestellte bezw. der Versicherungsgesellschaft „Der Anker" bei. Alles Nähere ist aus dem Prospekt ersichtlich.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach
Telegramm-Adr.: Eppler — Fernspr. 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt, Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz) sämtliche Maschinen-Bedarfsartikel.

E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115 a
Telegramme „INGOR" Fernruf 35.255
Ältestes Unternehmen für Kinobau und Einrichtung von Kinos
Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 30. Juni. **ANZEIGER** 1918 — Heft 26

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk Großarl. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Metallbericht.

Das Wasserkraft-Elektrizitätswerk Großarl.

Schon seit mehreren Jahren wird die Ausnutzung der Wasserkräfte der Großarler Ache angestrebt. Im Jahre 1910 erhielten Dr. Lothar Just und Ing. A. Buchleitner in Salzburg die Bewilligung zur Errichtung einer Wasserkraftanlage.

Nachdem die Bauausführung bisher unterblieb, wurde die Konzession von der Elektrizitätswerke Stern & Hafferl A.-G. erworben und der Bau sofort begonnen.

Wir entnehmen darüber dem Geschäftsbericht der genannten Firma die folgende Darstellung.

Gemäß dem konzessionierten Projekte soll zirka 6·5 km oberhalb der Ausmündung der Großarler Ache in die Salzach das Gefälle in zwei Stufen, und zwar für die obere Stufe mit einem Nutzgefälle von 98 m und für die untere Stufe von 162 m ausgenutzt werden.

Nach den jahrelangen Beobachtungen des k. k. hydrographischen Zentralbureaus steht für die obere Stufe, für welche ein Niederschlagsgebiet von 206 km² in Betracht kommt, eine zehnmonatliche Wassermenge von 4·1 m³/s und eine achtmonatliche von 5·2 m³ zur Verfügung. Das normale Niederwasser beträgt 2·5 m³/s. Die Anlagen werden nun so hergestellt, daß die obere Stufe 4·5 m³, die untere 6 m³ Wasser per s ausnutzen kann. Die Kraftleistung für die obere Stufe beträgt somit rund 4400 PS max., während die untere Stufe sich mit rund 10 000 PS, also beide Stufen zusammen mit rund 14 400 PS max. ausnutzen lassen. Im Oberlaufe der Ache bietet sich Gelegenheit zur Anlage großer Stauwerke, durch deren für spätere Zeit beabsichtigten Bau es möglich sein wird, einen ziemlich konstanten Wasserzufluß von etwa 5 m³/s zu erreichen. Die Ausnutzung in zwei Stufen ist in wasserwirtschaftlicher Hinsicht sehr günstig, um so mehr, als in der Konzessionsurkunde eine Bedingung enthalten ist, welche andernfalls den Betrieb erschweren würde. Diese Bedingung sagt, daß zu gewissen Tageszeiten in den Sommermonaten, des Fremdenverkehres wegen, die Wassermenge in der Lichtensteinklamm nicht wesentlich vermindert werden darf. Da das Kraftwerk der oberen Stufe oberhalb der Lichtensteinklamm liegt, wird durch die Konzessionsbedingung nur die untere Stufe, nicht aber die obere ungünstig beeinflußt. Die Beschränkung der unteren Stufe ist aber von geringer Bedeutung, da während der vorgeschriebenen Tagesstunden andere Werke aushelfen können, um so leichter, als in den Sommermonaten meist reichlich Wasser zu Gebote steht. Einem späteren Zeitpunkt mag es vorbehalten bleiben, die für die Lichtensteinklamm während gewisser Stunden verlangte Wassermenge durch Anlage von eigenen Staubecken zu beschaffen.

Da für die Aluminiumfabrikation dringend Kraft benötigt wurde und die obere Stufe am raschesten auszuführen war, wurde der Bau dieser Anlage am 15. April 1916 begonnen, am 16. März 1917 der Probebetrieb aufgenommen und nach anstandsloser Kollaudierung der Anlage die definitive Betriebsbewilligung mit 4. Oktober 1917 erteilt. Der Betrieb hat sich bisher zufriedenstellend abgewickelt. Durch die Hochspannungsleitung Gosau — Lend wird der elektrische Strom hauptsächlich in die Aluminiumfabrik Lend und eventuell überschüssige Kraft nach Steeg geliefert.

Die Anlage selbst sei nachstehend näher beschrieben: In der Voglaupoint wird die Großarl durch ein festes 12 m breites Überfallwehr aus Beton mit entsprechend versichertem Auslaufe gefaßt. An das Wehr schließt sich eine 4 m breite, bis zur Bachsohle reichende Schotterablaßschütze. Die Stauhöhe beträgt 1·5 m. Das Wasser wird senkrecht auf die Wehrrichtung durch zwei eiserne Rechen, je 5 m lang, in einen Behälter geleitet, an dessen Ende der Oberwasserkanal anschließt, welcher durch eine an seinem Beginne angebrachte Einlaßschütze vom Wasserbassin abgeschaltet werden kann. Der Oberwasserkanal hat in den ersten 150 m seiner Länge ein Gefälle von 2·6‰ in dem weiteren Verlaufe bis zum Wasserschloß 1·6‰. In Km. 0·0 bis 0·41 ist der Kanal betoniert, von Km. 0·41 bis 2·860 in Holzgerinne ausgeführt und von Km. 2·860 bis zum Anschluß an das Wasserschloß in Bruchsteinmauerwerk mit Zementmörtel hergestellt. Zwischen Km. 0·1/3 ist er an zwei Stellen von zusammen 116 m Länge in Eisenbeton eingedeckt. Die bestehenden Straßen und Wege, welche den Kanal kreuzen, werden entweder auf Eisenbeton- oder Holzbrücken darüber oder unter dem Holzgerinne durchgeführt. Zwischen Km. 0·3/5 wurde die Landstraße rechts verlegt. Das Holzgerinne hat eine Minimalbreite von 2·2 und Höhe von 1·3 m, so daß es leicht 4·5 m³ Wasser per s führen kann, da die Geschwindigkeit des Wassers etwas über 2 m beträgt. In Kurven wurde das Gerinne um etwa 20 cm erweitert. Das Wasserschloß ist in Bruchstein mit Zementmörtel ausgeführt. Ausgerüstet ist es mit einer 3 m breiten Rohreinlaufschütze mit vorgelagertem Feinrechen, einem 10·5 m weiten Überfall, an welchen eine 1 m weite Schütze mit 140 m langem Überfallskanal anschließt, welcher 350 m oberhalb der Zentrale in die Großarler Ache mündet. Die Druckrohrleitung ist aus basischem Siemens-Martin-Flußeisenkesselblech hergestellt, hat eine Lichtweite von 1300 mm und ist insgesamt einschließlich Verteilleitung 404·6 m lang; die größte Neigung der Leitung ist 61%. Am Ende ist ein Entleerungsschieber angebracht und ein Mannloch vorgesehen. Im Zuge dieser Rohrleitung waren zwei Überbrückungen von Wasserläufen erforderlich, und zwar des Nigglbachs und der Großarler Ache. Erstere wurde mit einer Eisenkonstruktion von 13 m Längsweite übersetzt und letztere mit einer solchen von 26 m. Das Krafthaus ist am rechten Ufer der Großarler Ache errichtet; es mißt: Länge 27·75 m, Breite 13·70 m. Die Maschinenhalle hat eine Länge von 15·5 m, Breite von 12·5 m und eine Höhe von 7 m bis zu den Mauerbänken. In der Halle sind zwei Francis-Doppelturbinen für eine Leistung von je 2200 PS aufgestellt, an diese gekuppelt je ein Drehstromgenerator von 1900 kVA. Die Turbinen sind mit automatischen Öldruckregulatoren ausgestattet. Die Generatorenspannung beträgt 5000 V. Sie wird durch Transformatoren auf die Fernleitungsspannung von 32 000 V gebracht. In der Halle sind vorhanden: ein Montagefahrkran für 15 000 kg Tragfähigkeit, ein vollständiges Schaltpult mit Reguliervorrichtung und Meßinstrumenten, ein Drehstrom-Gleichstromumformer zum Laden der Batterie, eine Batterie für die Betätigung der Hochspannungsschalter und Beleuchtung der Zentrale, eine Schalttafel hiezu, ein 5000 V-Verteilergerüst und ein Lichttransformator. Im Parterre sind die Regulierwiderstände, die Hochspannungsschalter und der Fernleitungsschalter und die beiden Hochspannungs-Öltransformatoren mit Wasserkühlung, im I. Stock die Sammelschienen, Drosselspulen und Meßtransformatoren vorhanden; im II. Stock befinden sich die Blitzschutzanlagen sowie die Einführungen der Hochspannungsfernleitung.

Die beiden Unterwasserkanäle haben eine lichte Weite von 5 m und münden unmittelbar in die Ache. Der Unterbau des Krafthauses und die verschiedenen Maschinenfundamente sind aus Portlandzementstampfbeton hergestellt, während das aufgehende Mauerwerk durchwegs in Bruchstein und Zementmörtel ausgeführt ist.

Für den Transport der Materialien und Maschinenteile zur Baustelle des Krafthauses mußte über den steilen Hang eine Zufahrtsstraße von 1 km Länge und anschließender 400 m langer Rollbahn (mit zweimaliger Überbrückung der Großarler Ache) hergestellt werden. Für diesen Straßenbau waren größere Felssprengungen entlang der steilen Ufer der wilden Ache erforderlich sowie Stützmauern und ein 65 m langer Tunnel durch eine in die Klamm vorspringende Felsnase.

Wenn man bedenkt, daß die Bauarbeit in die Zeit des Weltkrieges fällt und daher auch ganz gewaltige wirtschaftliche Schwierigkeiten überwunden werden mußten, so erscheint die technische Leistung immerhin nennenswert, um so mehr, als die Baukosten für die ausgebaute PS nicht wesentlich höher waren als bei Friedensarbeit.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Entstehung einer Elektrizitätsunternehmung nach dem Entwurfe eines Elektrizitätswirtschaftsgesetzes. Über dieses Thema sprach auf Einladung der Industriellen-Vereinigung Dr. Heinrich Schreiber in der Vollversammlung vom 11. d. M. Anknüpfend an die in der öffentlichen Diskussion bisher zutage getretene Beurteilung des Entwurfes, die bei aller Würdigung seiner Ziele das Übergewicht der staatswirtschaftlichen Tendenzen auszustellen hat, wird ein Bild über die Verwaltungsakte entworfen, die zu erwirken sind, damit eine Elektrizitätsunternehmung ins Leben treten kann. Sie sind die Konzession, die Baugenehmigung im Zusammenhange mit der Einräumung des Leitungs- und Expropriationsrechtes mit der vorausgegangenen Vorkonzession und der nachfolgenden Betriebsgenehmigung. Diesem Kreise von Unternehmerrechten steht freilich ein viel stärkerer Komplex von Unternehmerpflichten gegenüber, welche der staatlichen Konzession ihre Eigenart verleihen. Infolge Ausschaltung der Gewerbeordnung gibt auch nicht mehr das Merkmal der Gewerbsmäß

keit dem Verfahren seinen Stempel, sondern esist beeinflußt einerseits von dem Anspruche auf Wegerechte und anderseits von der Bewerbung um staatliche Förderung, die in einer staatlichen Beteiligung und der gemischtwirtschaftlichen Unternehmerform ihre äußersten Exponenten findet. Die für die Industrie belangreiche Frage der Eigenanlagen verdichtet sich zu der Erkenntnis, daß diese Anlagen allerdings von der Konzessionspflicht enthoben sind; allein diese Erleichterung ist nur scheinbar, weil ihnen unter Umständen der Anschlußzwang droht, der unausbleiblich als behördliches Verbot wirkt.

Produktionsverhältnisse des österreichischen Kohlenbergbaues und seiner Nebenbetriebe im Jahre 1917. Aus dem Bericht des Vorstandes des Zentralvereins der Bergwerksbesitzer Österreichs entnimmt „Mont. Rundschau“ vorläufige statistische Angaben über die Kohlenproduktion in Österreich. Die Steinkohlengewinnung des Jahres 1917 zeigt mit einer Förderung von 167·3 Mill. Meterzentnern gegenüber jener des Jahres 1916 mit 176 Mill. Meterzentnern eine Abnahme um 4·96%. Die Erzeugung an Steinkohlenkoks betrug im Jahre 1917 26·2 Mill. Meterzentner und hat sömit jene des Vorjahres (25·8 Mill. Meterzentner) um 1·31% übertroffen. Die Erzeugung an Steinkohlenbriketts, die sich im Jahre 1917 auf 1·37 Mill. Meterzentner belief, ist im Vergleich zum Jahre 1916 (1·96 Mill. Meterzentner) um 29·85% gesunken. Die Braunkohlenförderung, die im Jahre 1917 216·3 Mill. Meterzentner gegen 232 Mill. Meterzenter im Jahre 1916 ergab, hat eine Verringerung um 6·78% erfahren. Die Erzeugung an Braunkohlenbriketts, 1·68 Mill. Meterzentner, hat im Vergleich zum Jahre 1916 (2·24 Mill. Meterzentner) um 24·93% abgenommen.

Anlagen.

Nytra. Dem Ingenieur Ferdinand Rosivall in Budapest wurde für den Bau einer Straßenbahn mit elektrischem Betrieb von der Station Nytra (Neutra) der kgl. ungar. Staatseisenbahnen durch das Stadtgebiet von Nytra bis in das Urivölgy (Herrental) in der Gemeinde Alsozobor die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten erteilt.

Czegled. Der Ungarischen Bank- und Handels-A.-G. wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer normalspurigen, eventuell einer schmalspurigen Lokaleisenbahn mit elektrischem Betriebe von einem geeigneten Punkte des innerstädtischen Gebietes von Czegled durch das Gebiet von Nagykörös bis zu einem geeigneten Punkte des innerstädtischen Gebietes von Kecskemet erteilt.

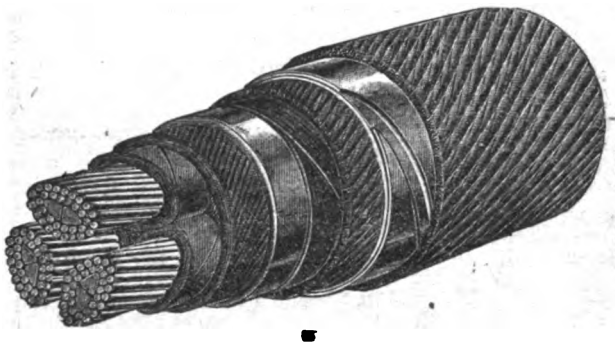
Keszthely. Der Aktiengesellschaft für Elektrizitätsunternehmungen „Ganz“ wurde die Bewilligung zur Vornahme von technischen Vorarbeiten für den Bau einer normalspurigen Lokaleisenbahn mit elektrischem Betriebe vom städtischen Park in Keszthely bis zum Badeort Heviz erteilt.

Pozsony (Preßburg). Die Bewilligung zur Vornahme technischer Vorarbeiten für den Bau einer normal-, eventuell einer schmalspurigen Lokaleisenbahn mit elektrischem Betriebe von einem geeigneten Punkte des innerstädtischen Gebietes von Pozsony (Preßburg) über Bazin bis zu einem geeigneten Punkte des innerstädtischen Gebietes von Modor wurde der Ungarischen Bank- und Handels-Aktiengesellschaft in Budapest erteilt.

Bihar. Dem Vizegespann des Biharer Komitates Barnabás Frater als Bevollmächtigter der Landwirtschaftsorganisation des Biharer Komitates wurde die Bewilligung zur Vornahme der technischen Vorarbeiten für den Bau der nachstehenden schmalspurigen Lokaleisenbahn mit motorischem, eventuell mit elektrischem Betrieb erteilt. Von der Station Sár über Bihartorda bis zur Gemeinde Nagyrabé; von der Station Berettyóújfalu über Szentpéterszeg bis zur Gemeinde Henczida; abzweigend von der Station Zsáka-Furta der geplanten Lokaleisenbahn von der Station Derecske bis Mezösas; von der Station Érselind über Gálospetri bis Érkörtvélyes, sowie von der Station Erselind der genannten Lokaleisenbahn bis Badamér. Von der Station Bihar

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

FELTEN & GUILLEAUME
Fabrik elektrischer Kabel, Stahl- u. Kupferwerke-Actien-Gesellschaft
Wien, X. Gudrunstraße 11.



Fabriziert:
Elektrische Licht- und Kraftübertragungs-Kabel für Hoch- und Niederspannung mit reiner Papierisolation.
Telephon- und Telegraphen-Kabel.
Leitungsdraht nach verschiedenster Art isoliert, umsponnen, bewickelt und umflochten.
Kupfer-, Bronze-, Eisen- und Stahldraht.
Runde und flache Drahtseile jeder Konstruktion und Qualität für Bergwerke, Seilbahnen, Aufzüge, Transmissionen, Dampfpflüge, Schiffstauwerk. Drahtseile **pat. verschlossener** Konstruktion, pat. **flachlitzige** und **pat. dreikantlitzige** Drahtseile.

Soeben erschien:
Kaindl's Reklame-Bücherei
I. Band, Oktav, kartoniert, 160 Seiten stark, Preis K 10·60.
Zu beziehen gegen Voreinsendung des Betrages oder per Nachnahme vom Verfasser:
J. J. KAINDL, WIEN 13/7 (Postamt 94).
Österr. Postsparkassenkonto 148514. — Ungar. Postsparkassenkonto 17228. — Deutsches Postscheckkonto Berlin 15025.
Einige von bisher eingelangten **Urteilen** über obiges Buch:
Exzellenz Geheimrat Dr. Mataja k. k. Minister: »Ich freue mich herzlich über das so fleißig gearbeitete außerordentlich wertvolle Werk und bitte mich für die in Aussicht genommenen weiteren Bände schon jetzt in Vormerkung zu nehmen.«
Ernst Growald, Sachverständiger für Reklame, Berlin: »Der erste Band Ihrer »Reklame-Bücherei« gefällt mir außerordentlich gut und bitte Sie, mir den zweiten Band sofort nach Erscheinen zugehen zu lassen.«
Fachschriftsteller und Reklamechef Grubert Prag. »Durch Ihre neue Kriegsarbeit haben Sie Ihren früheren wichtigen Veröffentlichungen ein neues hervorragendes Werk angefügt. Dem zweiten Band sieht man jetzt schon mit großem Interesse entgegen.«

Digitized by Google

über Sárszeg bis zur Station Margitta sowie von der an der genannten Strecke geplanten Station Sárszeg bis zur Feketerdöer Glasfabrik und von Sárszeg bis Tataros; von der geplanten Station Mezögyán der projektierten Lokaleisenbahn von Derecske nach Csermö über Oláhszentmiklós bis zur Station Körösszeg, von der geplanten Station Apáti der projektierten Lokaleisenbahn von Derecske nach Csökmö bis Ökrös und von der Station Csermö einerseits bis Csontaháza, andererseits über Medgyes bis Belörvényes.

Susak. Der Stadtvertretung von Susak wurde die Bewilligung zur Vornahme technischer Vorarbeiten für den Bau einer Straßenbahn mit elektrischem Betriebe, ausgehend von der Brücke über den Rijecinafluß durch das städtische Gebiet bis zur Franz Josefs-Promenade erteilt.

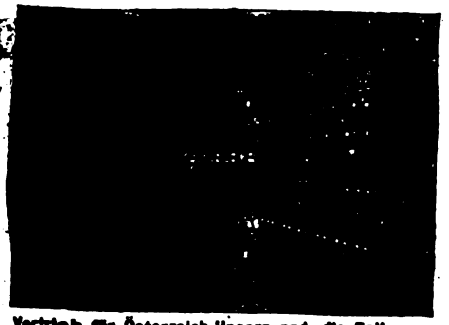
Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Grazer Tramway-Gesellschaft. Das abgelaufene Geschäftsjahr 1917 brachte eine weitere Steigerung des Verkehres mit sich. Die Zahl der mit Einzelfahrscheinen beförderten Personen betrug 30 065 418. Die Einnahmen haben sich auf K 4 887 956 erhöht, aber auch die Ausgaben sind gestiegen und betrugen K 3 399 019. Der Frachtenverkehr fand eine weitere Ausgestaltung. Die Transporteinnahmen betrugen K 52 946, welche aber durch die Ausgaben nahezu aufgezehrt wurden. Der Stadtgemeinde Graz fließen außer der Einkommensteuerumlage für das Jahr 1917 nachstehende Beträge zu: Fahrkartensteuer K 990 038, Gewinnanteil nach dem Verteilungsantrag K 241 036, für Straßenzins, Pflasterkostenbeitrag usw. K 5212, das sind mehr als 30% des dermaligen Aktienkapitales und um K 480 368 mehr als im Vorjahre. Das Gewinn- und Verlustkonto weist einen Gewinnsaldo von K 1 260 438 auf, der wie folgt, zur Verteilung gelangt: Zur Rückzahlung gelangen 214 Stück Aktien zu K 400 = K 85 600, zur Zahlung einer Dividende von 4% für 9916 im Umlaufe befindliche Aktien K 158 656, 5% für den Reservefonds = K 50 809, an Tantièmen K 142 265, 2% Superdividende K 100 000, 33⅓% an die Stadtgemeinde Graz = K 241 036, zuzüglich Gewinnvortrag vom Jahre 1916 von K 184 457, bleiben zur weiteren Verfügung K 666 529, aus dem 8% Superdividende = K 400 000 verwendet werden und der Rest von K 266 529 auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Elektrizitätsverband Gröba. Das Verbandswerk hat sich auch im abgeschlossenen Geschäftsjahre 1917 weiter gut entwickelt. Der Bruttoüberschuß beträgt Mark 554 104, gegenüber Mk. 232 628 im Vorjahre. Dieses Ergebnis hat seinen Grund einmal in dem 1916 eingeführten neuen Tarif, ferner im wesentlich erhöhten Stromumsatz und weiter nicht zum wenigsten in verschiedenen Neueinrichtungen im Betrieb und in der Verwaltung. Durch neue Anschlüsse haben sich gegen das Vorjahr die als Großabnehmer angeschlossenen Städte auf acht (darunter Dresden mit 5000 kW) und die Industriewerke auf 76 erhöht. Von großer Wichtigkeit für die Zukunft des Verbandes ist das Abkommen, welches mit dem sächsischen Staatsfiskus getroffen worden ist. Danach haben die staatlichen Elektrizitätswerke ab 1. Jänner 1920 eine Mindesthöchstleistung von 7000 kW an der zu vereinbarenden Übergabestelle zu liefern. Um die gleiche Leistung vermindert sich ab diesem Termin die bisher mit der Lauchhammer-A.-G. vereinbarte Höchstleistung, so daß von diesem Stromlieferanten in Zukunft jährlich nur 5000 kW-Leistung und 10 Mill. kWh bezogen werden; der Mehrbedarf wird dann durch die staatlichen Elektrizitätswerke zu decken sein. Die Abschlußbedingungen dieses Vertrages sichern dem Verbande für die Zukunft weitgehendste Leistungsfähigkeit. Der Industrietarif für gewerbliche Betriebe mit mehr als 500 Benutzungsstunden, bezogen auf die vereinbarte Höchstleistung und unter Berücksichtigung des Kohlenklauselzuschlages, ist abgeändert worden. Im Laufe des Jahres wurde für Heereszwecke in größerem Umfange Kupfer und Aluminium gegen eine Eisenleitung ausgewechselt. Trotz der schwierigen Personal- und Materialverhältnisse war es der Betriebsleitung möglich, den Betrieb ohne erhebliche Störungen durchzuführen. Die Zahl der Verbandsmitglieder ist 863 geblieben.

Metallbericht. Wenn auch der amerikanische Stahl- und Eisenmarkt

Société Générale des Condensateurs Electriques

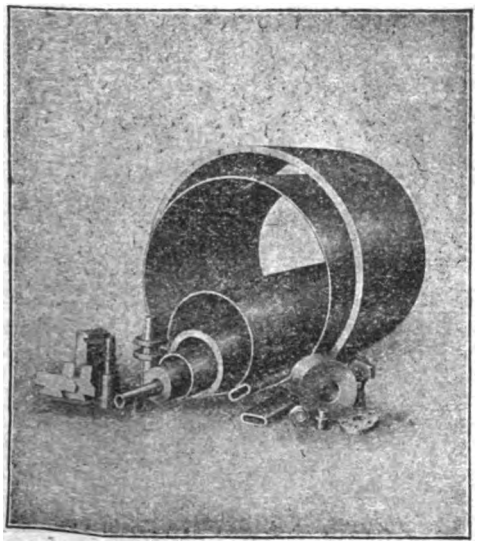


Fribourg (Suisse)

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Digitized by Google

noch dauernd im Zeichen der Hochkonjunktur steht, wie dies ja aus dem durch den Krieg gesteigerten Weltbedarf sehr erklärlich ist, so sind doch die Auftragsziffern der Werke so ziemlich seit dem Eintritt der Vereinigten Staaten in die Reihe der kriegführenden Nationen wieder rückgängig geworden. Bezöge sich dieser Rückgang auf den Wert der Ordres, so würde er sich unschwer auf die von der Regierung eingeführten Höchstpreise, die den damaligen Marktwert um ungefähr ein Drittel unterschritten, zurückführen lassen. Der Rückgang kommt aber auch in der Gewichtsangabe sehr deutlich zum Ausdruck. Ende Mai dieses Jahres betrug der Bestand der unerledigten Aufträge beim Stahltrust, der trotz kräftiger Entwicklung der konkurrierenden Unternehmungen immer noch die größere Hälfte der Produzenten des Landes in sich vereinigt, 8 338 000 t gegen 8 742 000 t im Vormonat und 11 383 000 t Ende Mai 1917. Diese Auftragsziffer ist die niedrigste, die der Stahltrust seit Jänner 1916 aufzuweisen hat.

In England zeigen sowohl die Einfuhr als auch die Ausfuhr in Stahl und Eisenfabrikaten gleichfalls erheblich abnehmende Ergebnisse. Die erstere betrug von Jänner bis einschließlich März dieses Jahres 73 946 t im Werte von Pfund Sterling 2 579 954 gegen 91 323 t im Werte von Pfd. St. 1 804 601 im ersten Quartal des Vorjahres und 194 949 t mit Pfd. St. 2 444 536 in der gleichen Periode von 1916. Interessant ist die ungeheuere Wertsteigerung bei gleichzeitigem Rückgang der Gewichtsmenge. Die Ausfuhr zeigte für die gleichen Zeiträume die folgenden Zahlen:

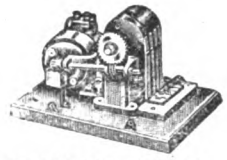
1918	389 649 t	8 265 222	Pfd. St.
1917	627 406 „	12 087 349	„ „
1916	866 159 „	12 705 338	„ „

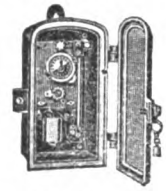
Hier ist also der Rückgang außerordentlich bedeutend; die Ausfuhr in ihrer jetzigen Höhe deckt noch nicht den Bedarf der eigenen Kolonien und der Verbündeten, und England ist nicht in der Lage zu verhindern, daß Deutschland seine Eisenfabrikate auch solchen Neutralen liefert, deren politische und geschäftliche Sympathien vorwiegend auf britischer Seite sind.

In der letzten Generalversammlung der deutschen Eisenhandelsgesellschaft berichtete der Vorsitzende über die aus der Gesellschaft heraus und unter der Förderung des Reichswirtschaftsamtes gegründete Ausfuhrgesellschaft, welche bestimmt ist, die Ausfuhr in Eisenfabrikaten während des Krieges und der Übergangszeit nach den Ländern zu regeln, nach denen der freie Handelsverkehr bis auf weiteres nicht durchführbar sein wird. *Lp.*

Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.
PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

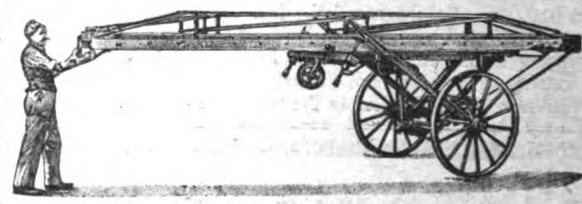
Strombegrenzer


Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame


Schaltuhr

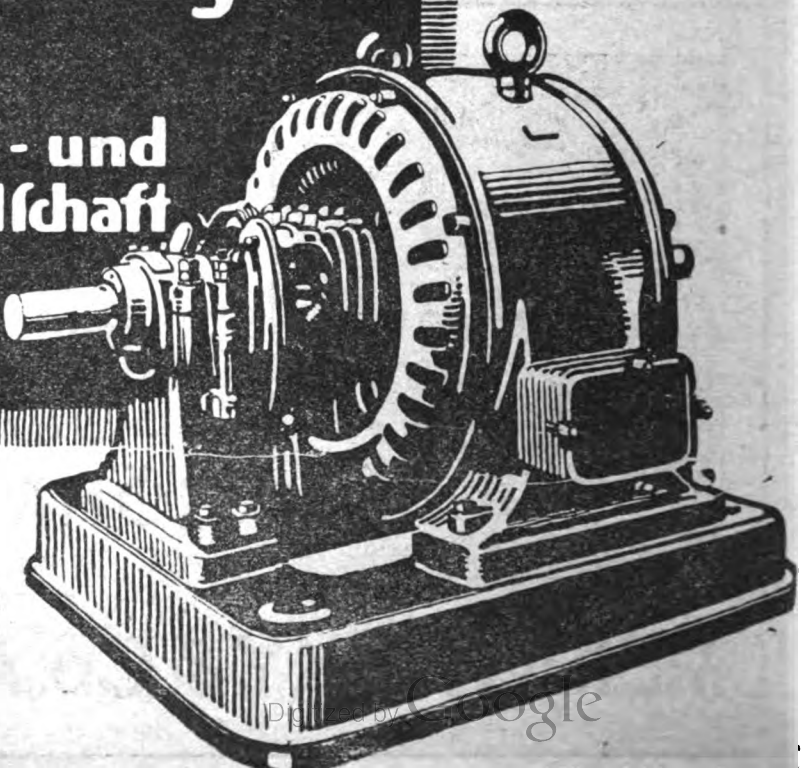
VERTRETER:
Für Österreich: **Dr. Paul Holitscher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Fesenmeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m „ „ „ 5—15 „
Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.
Transmissionsleitern
Konkurrenzlose Qualität!



Stets vorrätig.
Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern
Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 7. Juli. **ANZEIGER** 1918 — Heft 27

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Zink- und Kupfererzeugung in den Vereinigten Staaten im Jahre 1917. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. — Neue Bücher. — Stipendienausschreibung.

Zink- und Kupfererzeugung in den Vereinigten Staaten im Jahre 1917.

In dem in „Metall und Erz" 1918, Heft 8, wiedergegebenen Überblick über die Zink- und Kupferproduktion im abgelaufenen Jahre sind folgende Angaben von Interesse:

Da von allen Metallen der Zink preis in erster Linie infolge des Krieges gestiegen ist, so ist er auch infolge Überproduktion zuerst von der Preisniedrigung berührt worden. Die hohen Preise hatten eine Verbrauchsabnahme zur Folge. Schon Ende 1916 überstieg die Produktion an Zink den Verbrauch. Am Ende des Jahres 1917 konnten nur diejenigen Anlagen mit gutem Gewinn arbeiten, welche wertvolle Nebenprodukte, zum Beispiel Schwefelsäure, erzeugten. Die Periode der großen Gewinne hat ihren großen Vorteil gehabt: Es wurden neue Anlagen gebaut und ältere vergrößert und verbessert. Da das Jahr 1917 eine Verringerung der Schmelzleistung gebracht hat, so war von ausgesprochenen Verbesserungen wenig zu merken.

Außerhalb der Gasbezirke von Oklahoma und Kansas werden alle sulfidischen Erze unter Verarbeitung der Röstgase auf Schwefelsäure verhüttet. Im Jahre vorher betrug die Erzeugung von Elektrolytzink nur wenige Tonnen pro Tag. Im Jahre 1917 indessen ist die Erzeugung auf eine kommerzielle Grundlage gelangt. Von der großen Zahl von Anlagen zur Elektrolytzinkerzeugung haben die größte Entwicklung die Werke in Great Falls genommen. Die Betriebsweise besteht hier aus nasser Aufbereitung des Erzes mit nachfolgendem Rösten und Laugen des Konzentrats. Die elektrolytische Raffinerie in Keokuk, Jowa, verarbeitet ärmere Erze, die in einem Flammofen direkt verschmolzen werden. Das so erhaltene Metallprodukt geht dann zur Trennung in die Raffinerie. Die Anlage in Park City, Utah, befolgt im allgemeinen dieselbe Betriebsweise wie Great Falls; es werden rotierende Kathoden benutzt. Die direkte elektrothermische Zinkgewinnung schien seinerzeit versprechend zu sein. Jetzt wird eine Anlage in Pueblo, Kal., vom Guggenheim-Konzern gebaut.

Auf dem Kupfer markt schien während des ersten Teils des Jahres 1917 den unerhört hohen Preisen keine Grenze gesetzt zu sein; die Notierungen bewegten sich um 30 Cents und sanken erst auf 25·5 Cents, als die amtliche Höchstpreisfestsetzung in Aussicht stand. Am 20. September 1917 wurde der Preis mit 23·5 Cents offiziell festgelegt. Die hohen Preise und die Knappheit an Maschinen und Konstruktionsmaterial haben eine allgemeine Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Werke nicht aufhalten können. Es gibt kaum eine Firma, die nicht Erweiterungsanlagen ausführt. Eine bemerkenswerte Ausnahme macht die Anlage der Anaconda Copper Mining Co. in Great Falls. Vor dem Kriege war diese Hütte einer der größten Kupfererzeuger der Welt. Zurzeit wird nur wenig Kupfer als Nebenprodukt der neu errichteten Zinkhütte gewonnen. Die auf Erhöhung der Kupfererzeugung hinzielenden Anstrengungen wurden indessen in höchstem Maße durch schnell um sich greifende Streiks beeinträchtigt.

Bei dem Flammofenschmelzen mußte das knappgewordene Öl durch Kohlepulver ersetzt werden. Im Konverterbetrieb hat sich der große Pierce-Smith-Konverter vollauf bewährt. Die Konverterleistung ist erheblich vergrößert worden durch die Verwendung einer Spritzvorrichtung für den kieselsäurehaltigen Zuschlag. Was die Naßmetallurgie des Kupfers betrifft, so ist besonders bemerkenswert die Lösung des Problems in der New Cornelia-Anlage in Ajo, Ariz. *Vk.*

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Graz. Die Grazer Straßenbahngesellschaft errichtet gegenwärtig eine Kraftanlage nächst der Steinerschen Lederfabrik in der Körösistraße, die 200 bis 300 PS liefern wird. Der Betrieb soll in etwa zwei Monaten eröffnet werden. Eine weitere Kraftanlage ist in der Nähe der Rothalmühle geplant, deren Fertigstellung bis zum Herbste erfolgen dürfte.

Frauenberg i. Bhm. Für den Bezirk Frauenberg und einige Gemeinden des Moldauteiner Bezirkes ist die Errichtung eines Elektrizitätswerkes beabsichtigt. Am 20. Mai l. J. fand eine Versammlung von Interessenten in Frauenberg statt.

Poritsch i. Bhm. Der Großgrundbesitzer Dr. Weltrubsky v. Weltrub beabsichtigt auf seinem Gute ein Elektrizitätswerk zu errichten.

Dellach am Millstättersee. Das Eisenbahnministerium hat dem Ingenieur Max Maurer-Löffler in Graz im Vereine mit Hans Ronacher, Bürgermeister in Kleinkirchheim, die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine schmalspurige, mit elektrischer Kraft zu betreibende Lokalbahn vom Bahnhofe Turrach der Murtalbahn Unzmarkt—Mauterndorf über Turrach, den Turracher Sattel, Ebene Reichenau, Kleinkirchheim und Radenthein nach Dellach am Millstättersee erteilt.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Gesellschaft für elektrische Industrie Aktiengesellschaft, Wien. Die Schwierigkeiten in der Fabrikation, die sich in den letzten Jahren gezeigt hatten, haben sich im abgelaufenen Geschäftsjahre außerordentlich verschärft. Der Mangel an Rohmaterialien und Arbeitskräften ist immer stärker zutage getreten und hat zeitweise Änderungen im Fabrikationsprogramm erforderlich gemacht. Die Preise der Rohmaterialien und Halbfabrikate und ebenso die Löhne und Gehälter haben rapide Steigerungen erfahren, mit denen die Verkaufspreise nicht vollkommen gleichen Schritt gehalten haben. Insbesondere ist es nicht durchwegs gelungen, für ältere Aufträge, die noch zu niedrigeren Preisen übernommen wurden, deren Ausführung jedoch in die Zeit der rapiden Preissteigerung gefallen ist, bei den Kunden entsprechende Preiserhöhungen zu erzielen. Diesbezügliche Verhandlungen schweben noch in vielen Fällen. Die österreichisch-ungarischen Elektrizitätsfirmen haben sich veranlaßt gesehen, um derartigen Schäden in Zukunft zu begegnen, Lieferungsbedingungen festzusetzen, die die Preise mit den Material- und Arbeitsbedingungen zur Zeit der Ablieferung in Einklang bringen. Der errichtete Neubau samt einer Schleppbahn, die zu den Werken in Weiz führen, ist im abgelaufenen Jahre gefördert worden, der Bau selbst ist fertiggestellt und die Montage der Arbeitsmaschinen dürfte im Laufe des heurigen Geschäftsjahres beendet werden, ebenso dürfte auch der elektrische Betrieb der Schleppbahn im Laufe des heurigen Jahres aufgenommen werden. Der Einlauf der Aufträge war während des ganzen Geschäftsjahres ein befriedigender, der Bedarf an elektrischen Maschinen und Apparaten hält im In- und Auslande weiter an. Die ungünstigen Wirkungen, die der Krieg auf die Entwicklung der der Gesellschaft gehörenden Elektrizitätswerke genommen hat, haben sich auch im abgelaufenen Jahre noch weiter verschärft. Die angestrebten Preisregulierungen begegnen weiter dem Widerstande der betreffenden Gemeinden und Stromabnehmer und können nur schrittweise und in vollkommen ungenügendem Maße erreicht werden. Im Laufe des Jahres wurde das Elektrizitätswerk Mixnitz, dessen Betrieb durch Wasserkraft besorgt wird, käuflich erworben. Die Entwicklung der Telephon-Automaten-Gesellschaft m. b. H. ist eine normale, es wird jedoch die weitere Ausdehnung des Unternehmens durch die Schwierigkeiten, Neuanschlüsse durchzuführen, behindert. Zu Ende des abgelaufenen Jahres wurde eine Schwestergesellschaft in Ungarn gegründet, welche die dortigen Interessen vertreten und insbesondere an der Finanzierung ungarischer Elektrizitätswerke sich beteiligen soll. Die Elektromos ipar részvénytársaság wurde mit einem Kapital von 2 Mill. Kronen gegründet, auf das K 600 000 eingezahlt wurden. Sämtliche Aktien befinden sich im Besitze der Gesellschaft für elektrische Industrie.

Der Reingewinn beträgt K 990 732, der wie folgt zur Verteilung gelangt: Reservefonds K 45 631, Tantième für den Verwaltungsrat K 35 631, 10% Dividende im Betrage von K 20 pro Aktie auf 30 000 Aktien K 600 000, für den Unterstützungsfonds für Beamte und Arbeiter K 200 000, der Rest von K 109 469 wird auf neue Rechnung vorgetragen. Das Ansteigen des gesamten Geschäftsumfanges, ferner das Anwachsen der Kreditoren und der weiteren Ausdehnung des inländischen Fabrikationsunternehmens sowie die Ausdehnung des ungarischen Geschäftes, ferner die stärkere Betätigung infolge der Elektrifizierung der Wasserkräfte in Österreich nicht bloß auf fabrikatorischem Gebiete, sondern auch in der Finanzierung derartiger Unternehmungen veranlaßt die Gesellschaft, um einem künftigen Kapitalsbedarfe rechtzeitig begegnen zu können, das Aktienkapital von 6 Mill. Kronen bis zu 12 Mill. Kronen über Beschluß des Verwaltungsrates nach Maßgabe des jeweiligen Bedarfes durch eine oder mehrere Emissionen zu erhöhen.

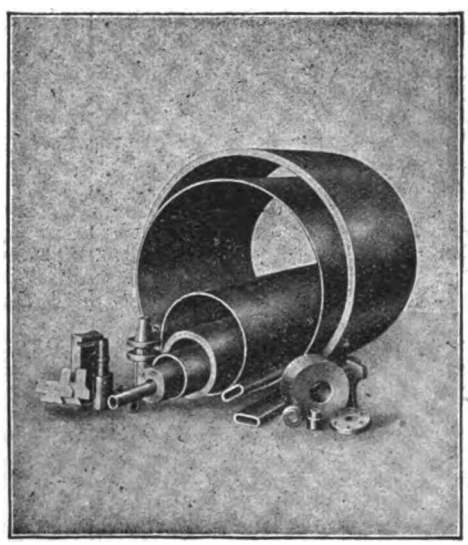
Elektrizitätswerke Stern & Hafferl A.-G. Gmunden. Das abgelaufene Betriebsjahr 1917 fällt in das vierte Jahr des Krieges und war das schwierigste seit dem Bestande des Unternehmens; es erforderte die Anspannung aller Kräfte, um

den Betrieb tunlichst aufrecht zu erhalten. Die Erfahrungen der letzten beiden Jahre auf dem Gebiete des Kräftebedarfes legten nahe, die schon im vorigen Jahresberichte zum Ausdrucke gebrachte Absicht des Ausbaues weiterer Wasserkräfte des Gosautales nunmehr zu verwirklichen, zunächst zur Ausnutzung des Gosau-Hintersees als Staubecken zu schreiten und die entsprechenden Bauten trotz des Krieges schon im Sommer dieses Jahres in Angriff zu nehmen. Außerdem wird an den Ausbau der zweiten Gefällstufe der Großarl-Wasserkraft geschritten werden, sobald die Verhältnisse dies gestatten. Der Betrieb der Elektrizitätswerke hat sich im Berichtsjahre ohne wesentliche Störungen abgewickelt. Die Großarler Zentrale*) wurde im Oktober des Berichtsjahres staatlich kollaudiert und auf Grund des anstandslosen Ergebnisses der Kollaudierung die definitive Betriebsbewilligung erteilt. Bei den Aluminiumwerken ist der Probebetrieb für Tonerdeerzeugung im Monat Mai des Berichtsjahres, die Elektrodenerzeugung im Monate Juni und die Aluminiumerzeugung Ende September, letztere allerdings nur mit etwas mehr als der Hälfte der Öfen begonnen worden. Alle drei Anlagen — die Tonerdefabrik erst nach Überwindung großer Schwierigkeiten — arbeiten zufriedenstellend. Erträgnisse aus dem Betriebe dieses neuen Zweiges, ebenso wie die Auslagen desselben, werden mit Rücksicht auf den mit Ende 1917 abgelaufenen Probebetrieb erst in der Jahresrechnung für 1918 zum Ausdrucke kommen. Zur weiteren Aufbringung der Mittel für die Aluminiumwerke Steeg wurden zu Anfang des laufenden Jahres weitere 2 Mill. Kronen Aktien begeben. Die neuen Aktien sind dividendenberechtigt ab 1. Jänner 1918. An Kriegsanleihe wurden bisher 2 Mill. Kronen gezeichnet. Das Ergebnis des Elektrizitätsgeschäftes weist auch heuer trotz aller Schwierigkeiten, welche der Krieg mit sich brachte, ein befriedigendes Resultat auf. Nach Abzug der entsprechenden Abschreibungen und Rücklagen ergibt sich zuzüglich Vortrag ein Gewinnsaldo von K 909 307, der wie folgt Verwendung findet: für 0·6% Amortisation K 60 000, 5% Dividende K 500 000, 10% Tantième K 32 232, für 3% Superdividende K 300 000, Vortrag auf neue Rechnung K 17 074.

Dem Bauberichte 1917 ist zu entnehmen, daß zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit für die Kraftlieferung nach Wels und Linz eine neue Transformatorenstation am Traunfall projektiert wurde, welche die Übertragungsspannung nach Wels auf 45 000 V hinaufsetzen soll; ferner einer Abkürzung der Leitung Traunfall—Wels um rund 1·2 km. Gleichzeitig mit dieser Umlegung wird das Leitungskupfer gegen Aluminiumseil von 70 mm² ausgewechselt. Station und Leitung dürften bis zum Herbst 1918 fertiggestellt und in Benutzung genommen werden können. Die 10 000 V-Leitung, anschließend an die Linie Eferding—Alkoven—Dörnbach ist 5·5 km lang und führt von der Abzweigstelle bei Straßham über Schönering und Edramsberg nach Wilhering, wo ein Transformatorhaus mit 20 kVA-Transformator zur Versorgung des Stiftes Wilhering und der Brauerei sowie sonstiger Privatabnehmer errichtet ist. Diese Anlage wurde im Oktober 1917 kommissioniert, bis Ende 1917 fertiggestellt und dann in Betrieb genommen, ebenso eine Verlängerung der 10 000 V-Leitung Gmunden—Vorchdorf um 1 km angeschlossen und dortselbst eine Masttransformatorenstation für 15 kVA-Leistung errichtet. Die Anlage dient zur Versorgung der dortigen landwirtschaftlichen Betriebe mit Licht und Kraft und wurde ebenfalls noch im Jahre 1917 kommissioniert, fertiggestellt und in Betrieb genommen. Für die Ortschaften St. Agatha und Saarstein bei Steeg wurde ein Leitungsprojekt, abzweigend von der Linie Steeg—Altaussee (5000 V) samt Transformatorenstation und Sekundärnetz in diesen Ortschaften kommissioniert und der Bau begonnen. Die Fertigstellung und Inbetrieb

*) E. u. M. 1918, Heft 26, Anzeiger.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

setzung dieser Anlage wird jedoch erst im Jahre 1918 erfolgen. Weitere Leitungsprojekte, die bisher ausgearbeitet und zum Teil kommissioniert wurden und welche für die nächste Zeit zur Ausführung geplant werden, sind: die Leitung Aschach—Bergheim (Landesgut) mit der Donauüberspannung bei Aschach; Neumarkt-Kallham—Raab und Raab—Zell—Riedau; Henndorf—Obertrum—Mattsee und Annaberg—Abtenau—Golling—Hallein. Nebstdem sind noch eine ganze Anzahl kleinerer Projekte, hauptsächlich solche für landwirtschaftliche Zwecke in Vorerhebung und Ausarbeitung begriffen, welche, soweit genügende Stromabnahme gesichert und die Möglichkeit der Ausführung vorliegt, nach und nach zur Durchführung kommen sollen. Mit Ende 1917 sind insgesamt gegen den vorjährigen Stand folgende Mehranschlüsse zu verzeichnen:

	Ende 1916	Ende 1917	Vermehrung
Gemeinden und Ortschaften	87	90	3
Glühlampen Stück	85 489	91 500	6091
„ kW	3 642	3 794	152
Bogenlampen Stück	140	140	—
„ kW	81	81	—
Motoren Stück	1 222	1 248	26
„ kW	12 950	13 022	72
Ventilatoren Stück	147	150	3
Koch- und Heizapparate	1 642	1 705	63

In 79 Ortschaften, Märkten und Städten wird der Strom direkt an die einzelnen Kunden von der Gesellschaft abgegeben, während in 11 Orten die Gemeinden und Genossenschaften die Verteilung an die Einzelabnehmer selbst besorgen. Das Leitungsnetz hat sich im Berichtsjahre gegenüber dem Vorjahre von 976·2 km auf rund 1000 km vergrößert. Die Leistungsfähigkeit der Transformatoren hat 49 477 kW gegen 49 417 kW des Vorjahres erreicht.

Elektrische Bahn Dornbirn—Lustenau. Die im vorjährigen Bericht erwähnten Anzeichen auf eine wesentliche Verbesserung der Betriebsergebnisse sind Tatsache geworden. Neben einer Steigerung in der Personenfrequenz hat ganz besonders die am 1. Jänner 1917 in Kraft getretene Tariferhöhung sehr befruchtend auf die Betriebseinnahmen gewirkt. Der Personenverkehr hat gegenüber dem Vorjahre neuerlich, und zwar um 24% zugenommen. Seit Kriegsbeginn bis Ende 1917 wurden auf der Elektrischen Bahn Dornbirn-Lustenau 60 000 Militärpersonen befördert und dafür 1917 allein K 3537 vereinnahmt. Die Betriebsausgaben sind im Vergleich zum Vorjahr unerheblich gestiegen, so daß einem Einnahmenzuwachs von 37% nur eine Erhöhung von 6·4% in den Ausgaben gegenübersteht. Im Berichtsjahre gelangte, nachdem bereits in den vorhergehenden Jahren die gesamte Fahrleitung zwecks Kupfergewinnung für die Heeresverwaltung abgeliefert wurde, auch die Speiseleitung zur Ab[illegible] und konnte dieselbe durch stärkere Aluminiumseile mit gleicher Leitfähigkeit ersetzt werden. Der Reinertrag wurde dem Erneuerungsfonds zugeführt. Der Umbau wurde ohne jegliche Störung bewerkstelligt und konnten im ganzen rund 11 000 kg Kupfer sowie aus den Akkumulatoren 3000 kg Blei freigemacht werden. Die mit 1. Jänner 1918 neuerlich durchgeführte Tariferhöhung und erheblich gesteigerte Personenfrequenz versprechen für das laufende Geschäftsjahr den besten Erfolg. An Betriebseinnahmen wurden 1917 erzielt: Aus Personenverkehr K 98 204, aus Güter- und Gepäckverkehr K 4232, aus verschiedenen Einnahmen K 809, zusammen K 103 245. Einnahmen pro Wagenkilometer 70·5 Heller. Die Betriebsausgaben beziffern sich auf K 68 998. Ausgaben pro Wagenkilometer 47 Heller. Betriebsüberschuß K 34 248. An Personen wurden befördert 284 982. Die Güterbeförderung betrug 582 732 t. Geleistete Wagenkilometer 146 424. Stromverbrauch in kW 125 103.

Neue Bücher.

2395 **Fischer, Dr. Ing. K.** Einführung in die Hochspannungstechnik. 2. Auflage. Leipzig und Berlin 1918. Verlag G. J. Göschen G. m. b. H. Preis Mk. 1·25.

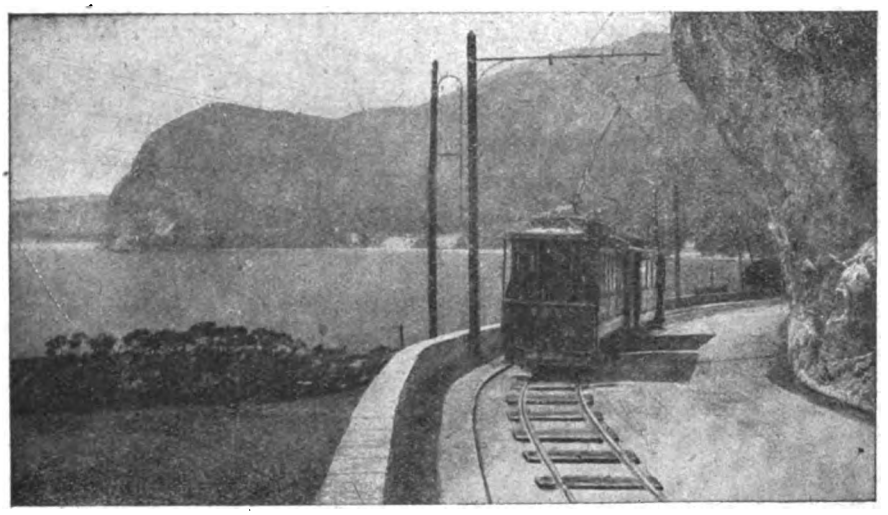
·hiw·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.

·hiw·



·hiw·

Masten Schwellen

imprägniert

(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)

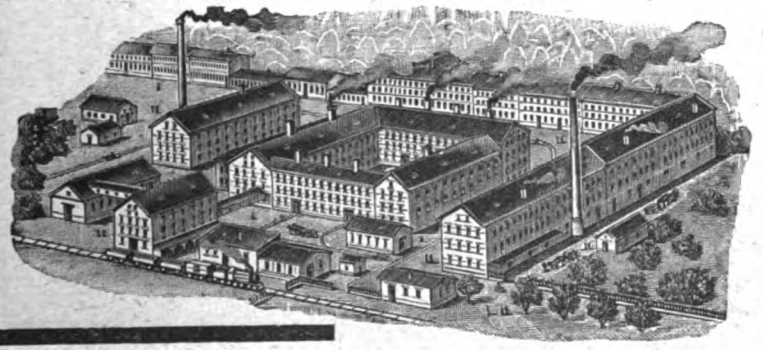
kyanisiert

(System Kyan).

·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.

Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad



empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.

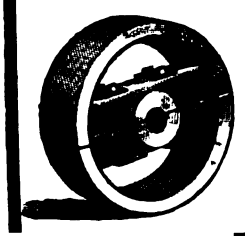
Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.

Porzellan für technische Zwecke.

Hochspannungs-Prüfstation bis 250000 Volt.

Vertretung für Wien und Niederösterreich:

Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.



Kurlais zweiteilige

Holzriemenscheiben

für Fest-Leer-Lauf.

Stufen-Seil-Scheiben in allen Größen.

Zahnradkämme! Solideste Ausführung!

H. KURIAL, Spezial-Fabrik

GRAZ, Wienerstr. 198. Fernspr. 146.

Kohlepapier und Farbbänder

für Schreibmaschinen beziehen Sie am besten bei

Robert Kratochwil, Teplitz i. B.

Digitized by Google

2398 **Lummer Otto.** Grundlagen, Ziele und Grenzen der Leuchttechnik (Auge und Lichterzeugung). München 1918. Verlag von R. Oldenburg. Preis Mk. 12·50.

2399 **Heim, Dr. Carl.** Akkumulatoren für stationäre elektrische Anlagen. 5. Auflage. Leipzig 1918. Verlag Oskar Leiner. Preis Mk. 7.

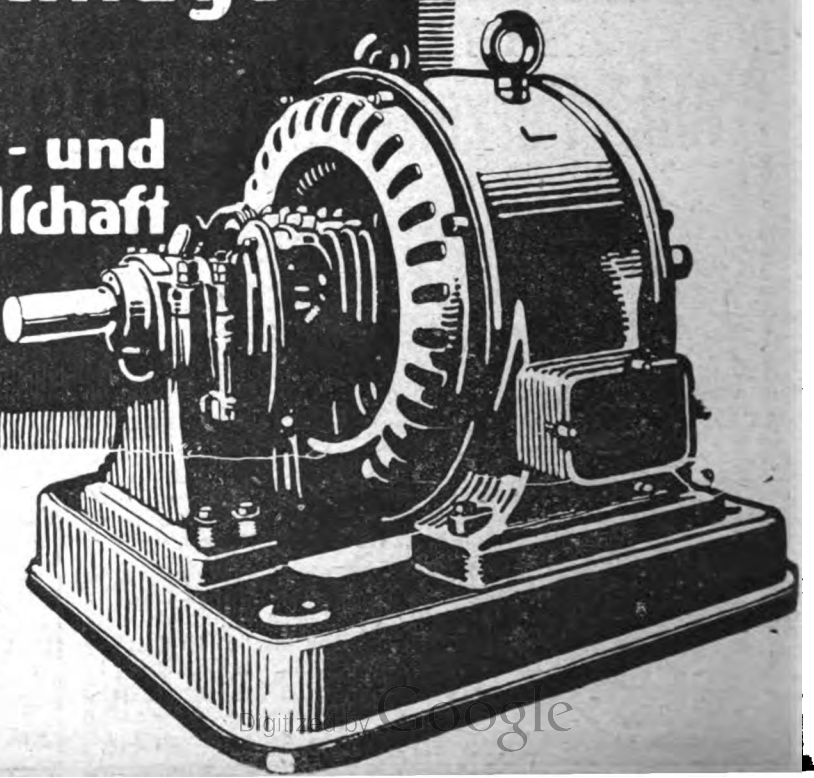
2403 **Pinner Felix.** Emil Rathenau und das elektrische Zeitalter. Leipzig 1918. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. Preis Mk. 12·60.

Stipendienausschreibung. Der Niederösterreichische Gewerbeverein schreibt aus seinen Stiftungen und Fonden 20 Stipendien im Gesamtbetrage von K 4055 für das Schuljahr 1918/19 und zwar für Schüler höherer gewerblicher Lehranstalten aus. Die Schüler gewerblicher Fortbildungsschulen sind daher von diesem Wettbewerb ausgeschlossen. Die Stipendienverleihung erfolgt ausschließlich an Schüler, welche in Niederösterreich heimatberechtigt sind. Voraussetzungen für die Verleihung eines Stipendiums sind ferner: guter Unterrichtserfolg, entsprechendes sittliches Verhalten und Mittellosigkeit. Die Bewerbungsgesuche sind von den Bewerbern eigenhändig zu schreiben und im Wege der Anstaltsdirektion beim Niederösterreichischen Gewerbevereine einzubringen. Dem Gesuche sind beizulegen: der Heimatschein, das letzte Schulzeugnis und ein Mittellosigkeitszeugnis. Bewerber, welche bereits in einem Geschäftsbetriebe tätig waren, haben auch die bezüglichen Dienstzeugnisse vorzulegen. Gesuche und Beilagen sind stempelfrei. Die Gesuche müssen bis spätestens 31. August l. J. bei dem Niederösterreichischen Gewerbeverein, Wien I, Eschenbachgasse 11, einlangen.

Die Kohlenversorgung Europas. Soeben ist im Verlage Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien, unter obigem Titel ein neues Werk von Ing. A. H. Goldreich erschienen. Über den Inhalt des Buches gibt der dieser Nummer beiliegende Prospekt Aufschluß.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115 a
Telegramme „INGOR“ Fernruf 35.255
Ältestes Unternehmen für Kinobau und Einrichtung von Kinos
Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 14. Juli. **ANZEIGER** 1918 — Heft 28

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Über schwarze und weiße Kohle. — Literatur. — Metallbericht.

Über schwarze und weiße Kohle.

Aus einem Vortrag, gehalten im mährischen Gewerbeverein von Prof. **Dr. Ing. Viktor Kaplan** in Brünn*).

Die Erfahrungen dieses Krieges haben zu einer Umwertung in der Beurteilung unserer Wasserkräfte geführt. Diese den Fachmann sicher nicht überraschende Erkenntnis durchdringt immer weitere Berufskreise und wird sogar von den höchsten Spitzen unserer Behörden geteilt. Tatsächlich ist ja auch die Wasserkraft unsere einzige Großkraftquelle, deren Erzeugungskosten sich im Krieg nicht erheblich geändert haben. Dazu kommt noch, daß der Vorrat unserer Wasserenergie im Gegensatz zur Wärmeenergie für die weiteste Zukunft hinaus praktisch als konstant angesehen werden kann. Damit steigt der Wert unserer Wasserkräfte, gleichzeitig aber auch das Bedürfnis, an eine möglichst rationelle Ausnutzung derselben zu denken.

Um aber die Bedeutung der Wasserenergie zu übersehen, lohnt es sich, einen Blick auf die zur Energieerzeugung hauptsächlich in Verwendung stehenden Kraftmittel zu werfen. In nebenstehender Tabelle *A* sind die wichtigsten Kraftmittel und die Energiemengen in Mill. *PS* angegeben, welche aus diesen erzeugt werden.

Diese Tabelle ist nach den Angaben Prof. Schwomann in Aachen zusammengestellt**) und durch neuere Angaben über die tatsächlich ausgebauten Wasserkräfte ergänzt bezw. richtiggestellt. Selbstverständlich stellen die für das Jahr 1918 angegebenen Zahlen eine rohe Schätzung vor, welche dem bisherigen Entwicklungsgange unseres Wirtschaftslebens ohne Rücksicht auf den Krieg entsprechen würde. Und doch sprechen schon diese wenigen nüchternen Zahlen von den ungeheuren Umwälzungen, die das Maschinenzeitalter auf das Wirtschaftsleben ausübt, da aus

A. Energiegewinn aus den verschiedenen Kraftmitteln.

Kraftmittel	Gewonnene Leistung in Mill. PS		Anmerkung
	1908	1918	
Erdöl . .	3·5	8·7	Hauptsächlich Amerika, Rußland, Rumänien und Galizien
Erdgas .	2·4	3	Hauptsächlich Amerika
Wasserkraft	3·4	15—20	Hauptsächlich Amerika, Schweden, Norwegen, Schweiz. Verfügbar im Minimum 700 Mill. PS, im Maximum 1400 Mill. PS
Kohle . .	127	160	Hauptsächlich Nordamerika, Deutschland und England, vier Fünftel der ganzen Weltproduktion.

wogegen die aus Kohle erzeugte Energiemenge rund achtmal so groß ist. Zunächst wollen wir uns mit der Frage beschäftigen, ob das angegebene Verhältnis zwischen Wasserkraft und Wärmekraft voraussichtlich auch in der Zukunft bleiben wird oder ob eine gegenseitige Verschiebung dieses Kraftverhältnisses wahrscheinlich ist. Sicher ist, daß sich unser Kohlenvorrat stetig verringert und wir daher kaufmännisch gesprochen vom Kapital zehren, wenn wir Kohle verbrennen. Eine zahlenmäßige Übersicht über das Gesagte gewinnen wir aus den statistischen Angaben über die auf dem Geologenkongreß zu Toronto (1913) geschätzten Kohlenvorräte der Welt, die in der Tafel *B* mit den erforderlichen Erläuterungen zusammengestellt sind.

Es beträgt sonach der sichere Weltvorrat an Kohle 717 Milliarden t, zu welchem noch der über 6000 Milliarden t betragende wahrscheinliche und mögliche Kohlenvorrat hinzuzuzählen ist. Sonach können wir mit einem gesamten Kohlenvorrat von rund 7400 Milliarden t mit ziemlicher Sicherheit rechnen. Wenn uns auch diese Zahlen auf den ersten Blick ungeheuer groß erscheinen, so zwingt andererseits der in den letzten Jahren gewaltig gestiegene Kohlenverbrauch doch schon heute dazu, sich ernstlich mit der Möglichkeit einer Erschöpfung unserer Kohlenvorräte zu beschäftigen.

Die Tabelle *C* zeigt, daß sich der Kohlenverbrauch in den letzten Jahren versiebzigfacht und innerhalb der letzten 28 Jahre verdreifacht hat. Gegenwärtig beträgt derselbe schon rund 1·5 Milliarden t. Würde, was allerdings nicht zu erwarten ist, der Kohlenverbrauch in gleich progressiver Weise zunehmen, dann wäre allerdings der Kohlenvorrat verhältnismäßig früh erschöpft, falls nicht neue und unvorhergesehene Kohlenlager entdeckt werden sollten. Diese Unsicherheit in der Schätzung unserer gegenwärtigen Kohlenvorräte, im Vereine mit der Schwierigkeit einer

B. Weltkohlenvorräte (nach Geologenkongreß Toronto 1913).

Annahme	Weltvorräte in Milliarden Tonnen
sicher	717
wahrscheinlich u. möglich	6.681[1])

[1]) Sehr unsicher ist der Kohlenreichtum Chinas zu bewerten.

C. Weltkohlenproduktion.

Jahr	Kohlenmenge in Mill. Tonnen
1810	20
1885	413
1913	1500

diesen folgt, daß schon heute der Weltverbrauch an Energie rund 200 Mill. PS beträgt, also der ununterbrochenen Arbeitsleistung von etwa 1·5 Milliarden Menschenkräften entspricht. Von dieser ungeheuren Arbeitsleistung entfällt auf die Wasserkräfte gegenwärtig nur der zehnte Teil,

E. Die verfügbaren und ausgebauten Wasserkräfte in den einzelnen Kulturländern.

Land	Verfügbare Wasserkräfte in Mill. PS	Davon ausgebaut im Jahre 1913 PS	Davon ausgebaut im Jahre PS	Ausnutzung in % der verfügbaren Wasserkraft	Anmerkung
Norwegen . . .	7·5	?	1911 920 000 PS	12·3	Die größten Hochdruckanlagen Europas
Schweden . . .	6·8	71 000	1916 1 Mill. PS	12·6	Die größten Niederdruckkraftwerke von Europa (über 100 000 PS)
Österreich-Ungarn . . .	6·5	?	1917 300 000 PS	rund 5	In Ungarn rund 2 Mill. PS verfügbar
Schweiz	Bei Hochw. 8 „ Mittelw. 3	133 000	1914 848 000 PS	30	3 Mill. PS verfügbar bei Regulierung der Flüsse durch Stauwerke
Frankreich . . .	Bei Hochw. 10 „ Mittelw. 4–5	200 000	1917 900 000 PS	18	Davon im Kriege von 1914 bis 1917 400 000 PS ausgebaut
Italien	Bei Hochw. 56 „ Niederw. 2·2	210 000	1917 rund 1 Mill. PS	28	Bei Mittelwasser rund 3·5 Mill. PS verfügbar
Deutschland . .	Bei Mittelw. rund 4	81 000	1917 rund 1 Mill. PS	25	Nach neueren Schätzungen von Dr. Halbfaß. Früher wurde die verfügbare Wasserkraft nur auf rund 1·5 Mill. PS geschätzt
Großbritannien .	1	12 000	80 000 PS	12	—
Spanien	5·16	?	500 000 PS	10	—
Balkanländer u. Griechenland	9·8	?	1917 nur wenige 1000 PS	?	Genaue Angaben fehlen
Rußland	3	?	nur wenige 1000 PS	?	Genaue Angaben fehlen
Verein. Staaten von Amerika.	Bei Hochw. 52 „ Niederw. 27	0·5 Mill.	1916 8·5 Mill. PS	rund 20	Wenn nur die im Wasserkraftkataster aufgezählten Flüsse berücksichtigt werden. Sonst werden die Wasserkräfte sämtlicher Flüsse auf 212 Mill. PS geschätzt
Kanada	17·7	?	1917 1·8 Mill. PS	10	—

*) Nach „Mähr.-schles. Gewerbezeitung" 1918.

**) Technik und Wirtschaft [illegible] 513.

Digitized by Google

halbwegs sicheren Vorhersage unseres künftigen Kohlenverbrauches lassen es daher begreiflich erscheinen, daß die Angaben der einzelnen Fachleute über den Zeitpunkt der Erschöpfung unserer Kohlenvorräte sehr weit auseinander liegen. Für England geben einige Geologen eine Erschöpfungszeit von 300 Jahren, für Amerika von 100 bis 120 Jahren an. Andere Forscher erhöhen diese Zahlen ganz erheblich. In Ungarn rechnet man neuerdings mit einer Erschöpfung der Kohlenvorräte in wenigen Jahrzehnten, wogegen die Kohlenvorräte Österreichs noch auf Jahrhunderte hinaus reichen sollen. Sicher aber ist, daß die Abbauverhältnisse unserer gegenwärtigen Kohlenvorkommen mit wachsender Tiefe der Kohlenschächte schwieriger werden und daß schon heute die Gestehungskosten der Kohle mit über 50% durch Arbeitslöhne belastet sind. Diese Umstände, welche, wie später ausführlich gezeigt, durch die Begleiterscheinungen des Krieges eine erhebliche Verschärfung erfuhren, haben es offenbar bewirkt, daß in der letzten Zeit den Wasserkräften nicht nur in industriellen Kreisen, sondern auch von Seite unserer staatlichen Behörden erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet wurde.

Um die Bedeutung der Wasserkräfte überblicken zu können, müssen wir zunächst den Versuch unternehmen, die aus sämtlichen Wasserkräften der Erde erzielbare Leistung zu schätzen. Da die verfügbaren Wasserkräfte in den wichtigsten Kulturländern ziemlich bekannt sind, so läßt sich auch für diese Länder eine auf den Quadratkilometer bezogene Wasserenergie ermitteln. Aus diesen Mittelwerten berechnet Prof. Budau*) den Energieinhalt sämtlicher Wasserkräfte der Erde mit rund 700 Mill. PS, eine Leistung, die jedoch durch entsprechende Anlage von Stauweihern und Talsperren leicht auf das Doppelte, also auf rund 1·5 Milliarden PS gebracht werden könnte. Die unter diesen Voraussetzungen für die einzelnen Erdteile berechnete Wasserkraftverteilung ist in der Tabelle *D* zusammengestellt.

D. Die Wasserkräfte der einzelnen Erdteile.

Erdteil	Verfügbare Wasserkräfte in Mill. PS	Anmerkung
Europa . .	72	Hauptsächlich Skandinavien und die Alpenländer
Asien	236	Hauptsächlich das Himalayagebiet
Afrika . . .	160	Viktoriawasserfälle (259 000 PS)
Nordamerika	111	Niagarafall, Mississippi
Südamerika	94	Paranáfälle, Titicacasee
Australien .	9	Verhältnismäßig wasserarm

Bei den in den einzelnen Kulturländern vorhandenen Wasserkräften konnte eine oberflächliche Schätzung vermieden werden, da in diesen Ländern teils von den Behörden, teils von privaten Gesellschaften ziemlich verläßliche Unterlagen über die Größe der verfügbaren und ausgebauten Wasserkräfte vorliegen. Ich habe diese Unterlagen den verschiedenen Veröffentlichungen der letzten Jahre entnommen und in der Tabelle *E* (Seite 113) zusammengestellt.

Auffallend zunächst ist nun der große Wasserkraftreichtum der skandinavischen Länder, der diesen um so mehr zustatten kommt, als diese bekanntlich unter starkem Kohlenmangel leiden. Aus diesem Grunde ist dortselbst auch die Wasserkraftausnutzung schon sehr weit vorgeschritten. Heute dürften in diesen beiden Ländern schon über 2 Mill. PS ausgebaut sein. Über Deutschlands verfügbare Wasserkräfte gehen die Schätzungen ziemlich weit auseinander. Nach den älteren Angaben sollen in Deutschland nur rund 1·5 Mill. PS durch Wasserkraft gewonnen werden können. Hallinger rechnet auf rund 3·5 Mill. PS*),

*) Z. d. österr. Ing. u. Arch. Ver. 1914, S. 301.

*) Z. d. V. d. Ing. 1917. S. 188.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Bügeleisen
mit auswechselbarem Heizkörper, 110, 150, 220 und 250 V samt Schnur und Stöpsel, jedes Quantum lieferbar bei
Kéler és Mechner, Budapest VI, Király u. 108.
Telegramme: „Mechanik“. Fernsprecher: 96-00.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Zeichnet
8. Kriegsanleihe!

Digitized by Google

wogegen Dr. Halbfass sogar noch die wirtschaftliche Ausnutzung von 4 Mill. PS für möglich hält. Bis heute dürften in Deutschland etwa 1 Mill. PS ausgebaut sein. Einen guten Überblick über die wirtschaftliche Bedeutung dieser Wasserkraftausnutzung gibt der dieser Leistung entsprechende Brennstoffverbrauch. Schätzt man denselben für 1 „Kohlen“ PS auf jährlich einen Waggon Kohle, so werden in dieser Zeit 1 Mill. Waggon Kohle, also täglich 2700 Waggons, erspart bezw. für andere industrielle Zwecke verfügbar. Welche wertvolle Entlastung unser Güterverkehr diesem Umstande zu danken hat, braucht bei den gegenwärtigen Verkehrsverhältnissen wohl nicht näher ausgeführt zu werden. Demgegenüber ist die Wasserkraftausnutzung in Österreich (rund 300 000 PS) auffallend gering, trotzdem, wie aus dieser Tabelle ersichtlich, der Wasserkraftreichtum Österreichs nur von den skandinavischen Ländern übertroffen wird. Am weitesten ist die Wasserkraftausnutzung in der Schweiz vorgeschritten (30%). Einen bemerkenswerten Aufschwung hat die Wasserkraftausnutzung Frankreichs und Italiens im Kriege genommen. So sind beispielsweise in Frankreich allein rund 400 000 PS im Kriege ausgebaut worden, also mehr, als die Leistung sämtlicher bisher in Österreich ausgebauter Wasserkraftanlagen beträgt. Englands verfügbare Wasserkräfte sind bedeutungslos. Ein künftiger Kohlenmangel würde daher dieses Land an seinem Lebensnerv treffen. Dagegen sehen die Balkanländer mit ihrem bisher noch fast unberührten Wasserkraftreichtum von fast 10 Mill. PS einer großen industriellen Entwicklung entgegen. Die an Naturschätzen so reich gesegneten Vereinigten Staaten von Amerika besitzen auch ganz ungeheure Vorräte an industriell verwertbarer Wasserenergie und es steht dieses Land derzeit auch mit der Zahl der wirklich ausgebeuteten Wasserkräfte (8·5 Mill. PS) an der Spitze.

(Schluß folgt.)

Literatur.

Das Elektrizitätsphänomen in seinen rechtlich-wirtschaftlichen Besonderheiten. Von Dr. Heinrich Schreiber. Wien 1917, M. Breitenstein.

Dem Elektrizitätsphänomen als Sachgut und Handelsware haften gewisse Besonderheiten an, die ihm allein zukommen und charakteristisch sind. Dr. Schreiber untersucht mit gewohntem Scharfsinn und der ihm eigenen Eindringlichkeit das Rechtsgebiet der elektrischen Energie und tritt, nachdem er sich über Straßenbenutzung und Wegerecht, Stromlieferungsvertrag und sonstige elektrizitätsrechtliche Beziehungen eingehend ausgesprochen, für die Notwendigkeit eines eigenen Energierechtes ein. Er anerkannt zwar bis zu einem gewissen Grade die theoretische Berechtigung der Bestrebungen, die Elektrizität zum Gemeingut zu machen, hält die Zeit dafür jedoch noch nicht für gekommen und spricht sich dafür aus, daß sie zunächst in der bewährten Rolle eines sich allmählich immer weiter ausbreitenden, jedoch spezifischen Bedürfnissen dienenden Sondergutes erhalten bleiben solle, und daß dies im Rahmen der Individualwirtschaft geschehen müsse, damit sie den ihrer wartenden Aufgaben in gleich glänzender Weise wie bisher gerecht werden könne. —n.

Metallbericht. Während in Österreich gegenwärtig die Frage der Einführung von Richtpreisen das Interesse des Eisenmarktes beherrscht, soweit man überhaupt von einem solchen unter den gegenwärtigen Verhältnissen noch reden kann, steht in Deutschland die Verlängerung des Stahlwerksverbandes im Vordergrunde. Die Reichsregierung, die genötigt ist, im Fahrwasser der Zentralisierung aller wirtschaftlichen Vorgänge weiter zu segeln, hat schon seit langem einen Druck im Sinne der Verlängerung dieser bedeutendsten Kartellorganisation der deutschen Eisenindustrie auf die Interessenten ausgeübt. Wie hiezu „Berliner Tageblatt“ berichtet, ist von der Regierung mit besonderem Nachdruck die Forderung gestellt worden, daß die großen Hüttenwerke in der nächsten Zeit sich über das künftige, einem Stahlwerksverbande zu Grunde liegende System entscheiden möchten, andernfalls ähnlich wie beim Kohlensyndikat

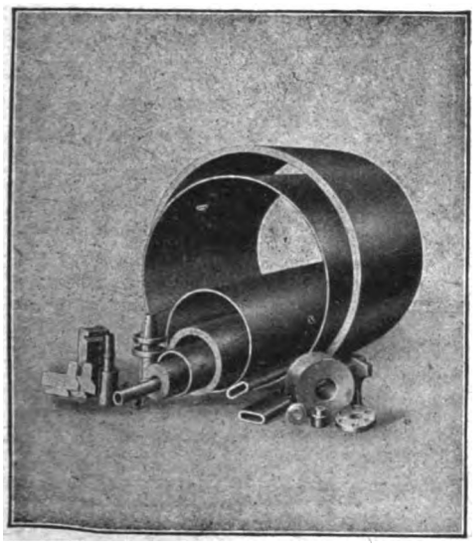
Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

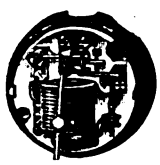
Digitized by Google

ein Einschreiten der Regierung zu erwarten sein würde. In welcher Form die Lösung der Verbandsfrage erfolgen soll, scheint der Regierung gleichgültig zu sein, sofern nur die Begründung eines oder mehrerer Verbände von langjähriger Dauer erreicht wird. Ob sich dies so schnell und so leicht durchführen läßt, wie man bei der ausschlaggebenden Stelle in Berlin anzunehmen scheint, muß angesichts der vielen Gegensätze, die in dieser Frage in die Erscheinung treten, und die bei jedem Versuche, einen Verband zustande zu bringen, sich mehren, bezweifelt werden. Die Verschiedenartigkeit, unter der die einzelnen Werke arbeiten, die Fragen nach der Gestaltung der Marktlage beim Eintritt normaler Verhältnisse, vornehmlich soweit der Export dabei eine Rolle spielen wird, sind zu wichtig, als daß man durch diktatorische Anordnungen, wie es beim Kohlensyndikat geschehen ist, einfach von oben herab eine solche Organisation schaffen könnte. Nicht außer acht gelassen werden darf weiter der Umstand, daß der jetzige Stahlwerksverband fast bei allen Werken wenig Sympathie genießt, weil seine Bedeutung für die ihm angeschlossenen Werke von Jahr zu Jahr zurückgegangen ist, und daß seit länger als zehn Jahren die Lösung einer Frage von berufener Seite vergeblich versucht worden ist, die jetzt angeblich durch eine bloße Verfügung zur Entscheidung gebracht werden soll. Unter den Werken tritt mehr und mehr die Auffassung hervor, daß über den 31. Dezember 1918 hinaus ein neues, vielleicht einjähriges Provisorium gebildet werden soll, damit Spielraum für eine eingehendere Beratung der schwierigen Frage gewonnen wird. Auf Grund dieser Mitteilungen darf man annehmen, daß eine Verlängerung des alten Stahlwerksverbandes und der während des Krieges zustande gekommenen losen Vereinigung der Stabeisenwerke für das Jahr 1919 demnächst beschlossen werden wird. Bringen uns diese vor uns liegenden anderthalb Jahre den erhofften Frieden, so wird sich in dieser Zeitspanne einigermaßen übersehen lassen, inwieweit die dann sich bildenden Wirtschaftsverhältnisse denen vor Eintritt des Krieges gleichen werden, so daß eine festere Basis für weittragendere Beschlüsse gegeben sein wird.

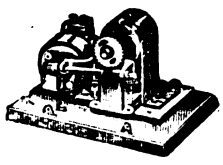
Wie Anfang Juli aus New York gemeldet wurde, hat die Bundesregierung den Preis von Kupfer vom 15. August ab auf 26 cts. für das amerikanische Pfund festgesetzt. *Lp.*

Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

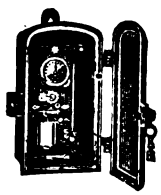
PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.



Strombegrenzer



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

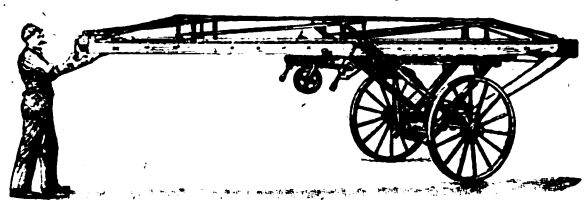
Für Österreich: **Dr. Paul Hollitscher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Feeameyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m
„ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



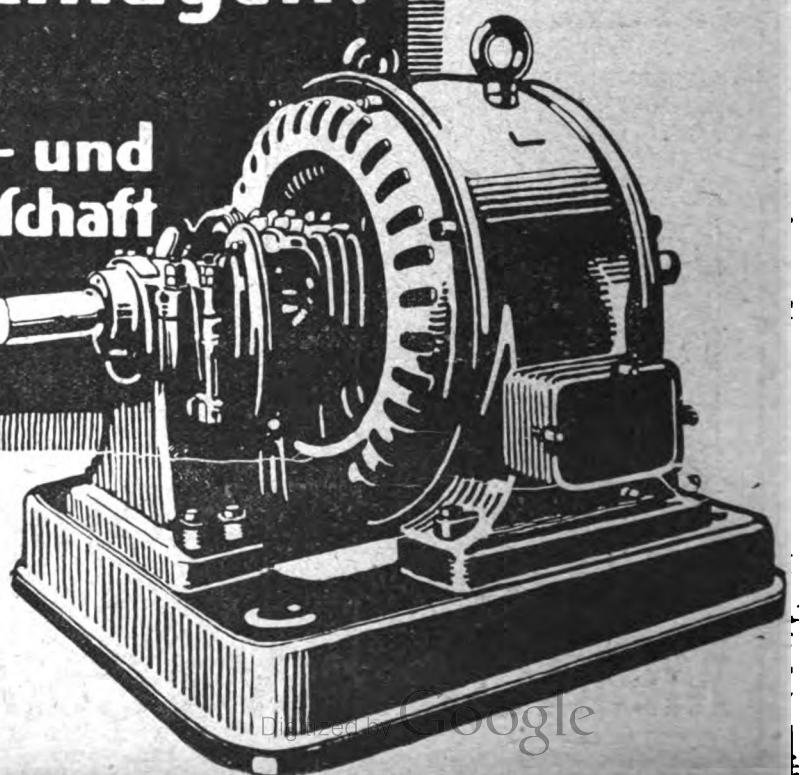
Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 21. Juli **ANZEIGER** 1918 — Heft 29

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Über schwarze und weiße Kohle. — Literatur. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Über schwarze und weiße Kohle.

Von Prof. **Dr. Ing. Viktor Kaplan** in Brünn.

(Schluß von Heft 26, Seite 118.)

Diese vergleichende Statistik regt naturgemäß zur Frage an, warum besonders in Österreich die Wasserkraftausnutzung trotz des günstigen Wasserkraftreichtums so stark in Rückstand geblieben ist. Es soll nicht geleugnet werden, daß die unklaren wasserrechtlichen Verhältnisse und der schleppende Instanzenweg viel zur Verkümmerung dieses wichtigen Kraftmittels beigetragen haben. Ausschlaggebend waren aber doch nur wirtschaftliche Gründe, denn in vielen Fällen ist, so überraschend es auch scheinen mag, eben die durch die Wasserkraft erzeugte PS teurer als die aus Kohle. Um diese Verhältnisse besser zu übersehen, müssen wir uns die Verschiedenheit der baulichen Ausgestaltung von Dampf- und Wasserkraftwerken vor Augen halten. Mit der Errichtung der Krafthäuser für die Maschinen und Kesselanlagen sind die wesentlichsten Baukosten des Dampfkraftwerkes erschöpft. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei Wasserkraftanlagen. Es müssen nicht selten umfangreiche Wehr- und Kanalbauten vorgenommen oder durch Anlage von Stollen und Stauwerken die Ergiebigkeit der auszubauenden Wasserkraft gesichert werden. Dies alles verursacht mit den erforderlichen Grunderwerbskosten so gewaltige Bausummen, daß schon zur Verzinsung und Amortisation derselben ein entsprechender Preisaufschlag auf die abgegebene PSh vorgenommen werden muß. Wenn daher auch die wirklichen Betriebsausgaben der ausgebauten Wasserkraftanlage erheblich unter der einer Dampfkraftanlage liegen, so kann die erstere nur dann wirtschaftlich bestehen, wenn die PSh mit den gleichen Gesamtkosten erzeugt werden kann, wie die einer gleichwertigen Dampfkraftanlage.

Wie schon kurz angedeutet, haben sich aber die Verhältnisse durch den Krieg nicht unbeträchtlich zugunsten der Wasserkräfte verschoben. Den ersten Anstoß gab wohl die sprunghafte Verteuerung der Kohle, die heute schon den zwei- bis dreifachen Betrag der Friedenspreise erreicht hat. Da aber die jährlichen Brennstoffkosten schon in Friedenszeiten rund 30% der ganzen Anlagekosten eines Dampfkraftwerkes betrugen, so muß eine Vergrößerung der jährlichen Betriebsauslagen um rund 100% gewiß unangenehm empfunden werden. Von einer solchen Steigerung der Betriebskosten blieben die vor dem Kriege errichteten Wasserkraftwerke verschont.

F. Gegenwärtiger Energiebedarf.

Land	Energiebedarf in Mill. PS	Anmerkung
Nordamerika . .	50	Davon 8·5 Mill. PS durch Wasserkraft
England	17·6	Nur rund 80 000 PS durch Wasserkraft
Deutschland . .	17	Davon rund 1 Mill. PS durch Wasserkraft
Österreich . . .	4	Verfügbare Wasserkraftenergie 6·5 Mill. PS, davon im Jahre 1917 ausgebaut 300000 PS.

Wie sich die Verhältnisse bei Neuerrichtung von Kraftwerken nach dem Kriege stalgeten werden, läßt sich natürlich nur schätzungsweise beurteilen. Zweifellos werden aber die Kohlenpreise durch viele Jahre hindurch den Friedensstand nicht mehr erreichen. Andererseits werden aber auch die Wasserkraftbauten (Wehre, Kanäle, Krafthaus usw.), die mit rund 60% der Gesamtkosten für die Rentabilität der Wasserkraftausnutzung bestimmend sind, nicht mehr mit Friedenspreisen errichtet werden können. In der Hauptsache wird daher die Verwirklichung des geplanten großzügigen Ausbaues unserer Wasserkräfte davon abhängen, ob die prozentuelle Steigerung der Baukosten dauernd geringer bleibt als die der Kohlenpreissteigerung. Aller Voraussicht nach dürfte dies wenigstens für die nächsten Jahre zutreffen. Dazu kommt, daß neben den rein kaufmännischen Erwägungen noch besondere volkswirtschaftliche und staatliche Interessen die Großzügigkeit des Ausbaues unserer Wasserkräfte dringend erfordern. So haben wir beispielsweise bisher von Deutschland jährlich um rund 250 Mill. Kronen Kohle eingeführt. Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß eine solche Einfuhr keinesfalls zur Hebung unserer Währungsverhältnisse beitragen würde. Da aber jedes im Inland erzeugte „Wasserpferd" einer jährlichen Ersparnis von einem Waggon Kohle gleichkommt, so sehen wir schon aus der Tabelle *E*, daß wir bei dem großen Reichtum an Wasserkräften nicht nur in der Lage wären, auf jede Kohleneinfuhr zu verzichten, sondern sich uns noch die günstige Möglichkeit böte, dieses kostbare Kraftmittel in größerem Umfange auszuführen.

Alle diese Erwägungen führen zu der Annahme, daß mit den kommenden Friedensjahren auch eine Steigerung unserer Wasserkraftausnutzung zu erwarten ist. Bisher wurde die Frage offen gelassen, ob die zur Verfügung stehenden Wasserkräfte überhaupt genügen, um die Kohle als Kraftmittel in größerem Umfange entbehrlich zu machen. Die Beantwortung derselben erfordert die Kenntnis des gegenwärtigen Energiebedarfes in den einzelnen Ländern. Derselbe ist in Tabelle *F* für die uns am meisten interessierenden Länder zusammengestellt. Selbstverständlich darf diese Zusammenstellung nur als rohe, aus dem gegenwärtigen Kraftmittelverbrauch abgeleitete Schätzung angesehen werden.

Immerhin bietet sie bemerkenswerte wirtschaftliche Ausblicke. So ist und bleibt England auf die Kohle angewiesen, wogegen Deutschland, wie ein Vergleich mit Tabelle *E* zeigt, durch die vollkommenere Ausnutzung seiner Wasserkräfte auch seine gegenwärtige industrielle Kraftentwicklung bei wesentlichen Kohlenersparnissen aufrecht erhalten könnte; Österreich wäre sogar in der Lage, seinen gesamten Energiebedarf, wenigstens akademisch betrachtet, noch durch lange Zeit nur aus seinen Wasserkräften zu decken. Zweifellos hätte aber schon durch einen angemessenen rechtzeitigen Ausbau derselben die gegenwärtige Transport- und Kohlennot wirksam verhindert werden können. Aus diesen Erörterungen, welche den Wasserkräften im allgemeinen galten, ist zu entnehmen, daß denselben in der kommenden Wirtschaftsentwicklung eine große Bedeutung zugesprochen werden muß. Gelingt es, den Ausbau unserer Wasserkräfte durch Verwendung wirtschaftlich günstiger Turbinendrehzahlen noch weiter zu verbilligen, also die rein kaufmännischen Rücksichten des einzelnen mit den volkswirtschaftlichen Notwendigkeiten der Gesamtheit glücklich zu vereinigen, so wird zweifellos dieser Weltkrieg auch einen Wendepunkt unserer künftigen Energieerzeugung bedeuten.

Literatur.

Grundlagen der Fabriksorganisation. Von Dr. Ing. Sachsenberg. 140 S. Berlin 1917. Verlag von J. Springer (Preis geb. Mk. 8.—).

Dr. Sachsenberg gibt über seinen eigenen Betrieb eine recht lesenswerte Darstellung, die er als Anregung zum Nachdenken über Organisationsfragen bezeichnet.

Im einleitenden Kapitel ist der Arbeiter als Menschenmaterial betrachtet und manches interessante Kapitel aus diesem Stoff gestreift; Dr. Sachsenberg stellt die ihm bekannten verschiedenen Systeme der Arbeiternachweise und der Arbeitsordnungen gegenüber, versucht aber keine Kritik, wie die Arbeiterfrage nach Kriegsschluß sich gestalten dürfte.

Über Lehrlingserziehung handelt ein ausführlich besprochenes Kapitel mit guten Lehrverträgen (auch für Volontäre). Über die Arbeit von Meistern, Betriebsingenieuren und Oberingenieuren ist Bekanntes gesagt, ebenso über das kaufmännische Bureau. Da Dr. Sachsenberg in dem Kapitel: „Der Weg des Geldes durch das Unternehmen" die Lohnverrechnung und die Materialverrechnung gleichzeitig mit dem Kontrollwesen besprechen will, kann der Anfänger keine Übersicht erlangen, zumal mit Formularen sehr gespart ist. Für den fortgeschrittenen Fachmann jedoch fehlen interessante Kapitel über Generalunkosten, Maschinenbetriebsstundenpreise, Abschreibungsfragen, alles an Hand von Beispielen aus der Praxis, die allgemeiner Aufklärung dringend bedürfen.

Da die Fabrikorganisation an die Selbstkostenberechnung angeschlossen sein muß, um Übersicht über die Kompliziertheit der Einzelnvorgänge im Betriebe zu erhalten, entspricht der Titel des Buches nicht seinem Inhalt; als geschlossene Darstellung des gedachten Betriebes würde es — nach Beifügung von Ergänzungen — ein gutes Handbuch für den jungen Techniker werden können. *C. M. Leerin.*

Protokoll des Industriellentages. Veranstaltet von den drei zentralen industriellen Verbänden: Bund Österreichischer Industrieller, Industrieller Klub, Zentralverband der Industriellen Österreichs in Wien.

Als Sonderabdruck aus der Zeitschrift „Die Industrie" ist nunmehr das Protokoll des Industriellentages vom 11. November 1917 erschienen, bei dem politische und wirtschaftliche Fragen der Gegenwart und Zukunft im Beisein fast sämtlicher Minister und zahlreicher hervorragender Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens, von den Führern unserer Industrie erörtert wurden. Die Beziehungen zwischen Industrie und Politik, die Zukunfts- und Übergangswirtschaft, die Ausnutzung der Wasserkräfte, die Aufgaben der Handelspolitik, die Frage der Beibehaltung oder Auflösung der Zentralen, die Besteuerungsprobleme, die Beziehungen der Arbeitgeber zu den Arbeitnehmern, insbesondere die Stellungnahme der Unternehmer zum § 1154 B der dritten Teilnovelle zum Bürgerlichen Gesetzbuche, der Abbau der Preise, die Kohlenversorgung usw. wurden eingehend behandelt. Die Ergebnisse der lebhaften Wechselrede wurden in einer ausführlichen Entschließung formuliert. Jedem, der die Stellungnahme der Unternehmer zu diesen unser ganzes Wirtschaftsleben zurzeit beherrschenden Problemen kennen lernen will, ist die Lektüre des Protokolles dringend zu empfehlen. —*n.*

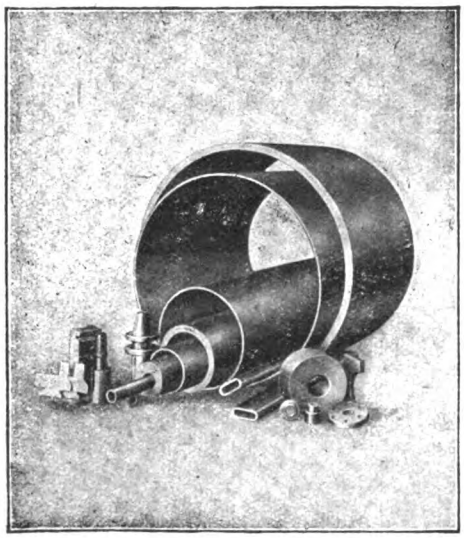
Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Österreichische Siemens-Schuckert-Werke, Wien. Das am 31. Dezember 1917 abgelaufene Geschäftsjahr hat wie die beiden Vorjahre vollständig unter dem Einflusse des noch immer fortdauernden Weltkrieges gestanden und kann daher gegenüber dem Vorjahre nur stufenmäßige, aber keine grundsätzlichen Unterschiede zeigen. Die Werke waren ungeachtet der Schwierigkeiten das ganze Berichtsjahr ununterbrochen in vollem Betriebe. Dabei meldet sich der schon lange nicht mehr befriedigte Bedarf an Erzeugnissen der Friedensarbeit immer dringender. Im Interesse des kommenden Wiederaufbaues der Volkswirtschaft wäre es natürlich höchst wünschenswert, wenn die hiefür notwendigen Vorbereitungen durch eine umfangreichere Freigabe der erforderlichen Rohstoffe gefördert werden könnten. Der gesamte Personalstand hat am Ende des Berichtsjahres 6914 Beamte und Arbeiter umfaßt. Hievon waren 5009, darunter 1513 Frauen im Betriebe und 1905 zum unmittelbaren Kriegsdienste eingerückt. Zurzeit beträgt der Stand 6695 Beamte und Arbeiter, wovon 1950 eingerückt sind. An Kriegsanleihe wurden gemeinsam mit dem ungarischen Hause und der Siemens & Halske A.-G. bisher der Nennwert von 24·45 Mill. Kronen gezeichnet und bar gezahlt. Die Bilanz für das Jahr 1917 weist einen Reingewinn von K 3 199 193 aus. Davon werden nach Abzug des Vortrages aus dem Vorjahre per K 348 436 K 500 000 dem Reservefonds zugewiesen, 4% Dividende von 32 Mill. Kronen = 1·28 Mill. Kronen verteilt, 10% an Tantième für den Verwaltungsrat = K 107 076 bestimmt, weitere 3% Superdividende von 32 Mill. Kronen = K 960.000 ausgeschüttet und der Rest von K 352 117 auf neue Rechnung vorgetragen.

Elektrizitätswerk und Straßenbahn der Stadt Reichenberg. Durch den noch andauernden Weltkrieg haben die Schwierigkeiten in Verwaltung und Betrieb eine weitere Verschärfung erfahren. Die Beschaffung von Baustoffen war geradezu unmöglich. Die Nachfrage nach Anschlüssen für Beleuchtung und Kraftübertragung blieb eine andauernd rege, doch konnte derselben nicht voll entsprochen werden. Die von der Heeresverwaltung verfügte Beschlagnahme der Sparmetalle (Kupfer, Zinn, Aluminium) erschwerte die Besorgung von Kabeln, Transformatoren und Elektrizitätszählern. Zu den großen Schwierigkeiten in der Beschaffung von Baustoffen kommt noch der immer mehr wachsende Mangel an Hilfskräften. Gegen Ende des Berichtsjahres kam noch die vollständige Unterbindung der Kohlenzufuhr. Die angeforderten Mengen wurden vom Arbeitsministerium teils ganz gestrichen oder so

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

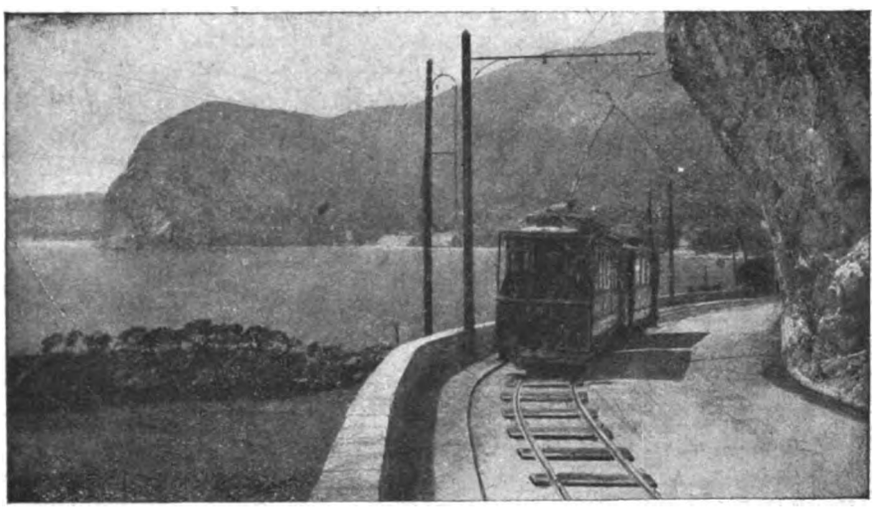
Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

herabgemindert, daß an eine regelrechte Fortführung des Betriebes nicht zu denken war. Um die Beleuchtung und den Strom für die notwendigsten Kleinmotoren zu sichern, wurden weitgehende Einschränkungen in der Benutzung des elektrischen Stromes verfügt. Ab 1. Februar 1917 wurde durch das Stadtverordnetenkollegium der Strompreis für Licht von 48 auf 60 Heller pro kWh und für Kraft von 24 auf 25 Heller, für Koch- und Heizzwecke von 12 auf 15 Heller festgesetzt. Diese Erhöhungen sind durch das sprunghafte Steigen der Kohlenpreise längst überholt und entsprechen in keiner Weise den jetzigen Verhältnissen, wenn das Elektrizitätswerk weiter auf seiner gesunden Grundlage verbleiben soll. Viele Elektrizitätswerke, selbst die größten der Monarchie, haben bereits zu Anfang des Betriebsjahres Strompreise von 80 Heller für Beleuchtung eingeführt. Ende des Betriebsjahres 1914 waren 8054 Stromabnehmer; dagegen Ende 1917 14 507 Abnehmer. Wegen Mangel an geeigneten Baustoffen wurden nur 197 Hausanschlüsse hergestellt. An das 5000 V-Hochspannungskabelnetz gelangten fünf Großbetriebe mit einer Transformatorenleistung von 576 kVA zum Anschluß. Von den 14 507 Stromabnehmern zahlten 5564 nach Zähler und 8943 Abnehmer nach einem Jahrespauschale. Das Jahrespauschal wurde entsprechend dem erhöhten Strompreise ebenfalls ab 1. Februar 1917 erhöht. Für Kraftzwecke wurden insgesamt 2 342 661 kWh abgegeben. (Im Vorjahre 1 534 804 kWh.) An das gesamte Hoch- und Niederspannungsnetz waren am Ende des Jahres angeschlossen: 65 960 Glühlampen, 215 Bogenlampen, 949 Elektromotoren, mit einer Gesamtleistung von 3842·74 PS. Der gesamte Anschlußwert beträgt daher 6699·16 kW (+ 709·52). Im ganzen Jahre wurden 6 591 620 kWh an die Hauptsammelschienen abgegeben, das ist gegen das Vorjahr um 1 139 779 kWh mehr. Dies ist zurückzuführen auf den Mehrverbrauch der Straßenbahn und auf die Vermehrung der Kraftanschlüsse. Der wachsende Strombedarf in den Vororten nötigte, die dort bestehenden Gleichstromnetze für Drehstrom umzubauen. In den Gemeinden Altharzdorf und Eichicht wurden diese Arbeiten bereits durchgeführt. Das durch den Umbau frei gewordene Kupfer und Blei ist der Metallzentrale für die Heeresverwaltung zur Verfügung gestellt worden. Durch die vermehrte Kraftstromabgabe und durch die Strompreiserhöhung sind die gesamten Einnahmen gegenüber dem Vorjahre um K 273 615 gestiegen. Den erhöhten Einnahmen stehen jedoch um K 200 109 erhöhte Betriebsausgaben gegenüber. Der Rohüberschuß erhöhte sich gegenüber dem Vorjahre um K 73 507. Der Anlagewert verminderte sich um den Betrag von K 100 000 für den verkauften dritten Dampfmaschinensatz samt den angebauten zwei Gleichstromdynamomaschinen. An Einnahmen für Stromlieferung, Zählermiete, Zinsen usw. wurden K 1 211 743 erzielt; der Betriebsüberschuß beträgt K 230 519, von welchem an die eigenen Gelder der Stadtgemeinde K 75 000 überwiesen, für die Ruhegehaltsrücklage K 10 000, für die Erneuerungsrücklage K 145 519 verwendet werden.

Bericht der Straßenbahn: Das Jahr 1917 stand unter dem Zeichen einer ganz außerordentlichen Verkehrsentwicklung. Die Bewältigung dieses so außerordentlichen Verkehres stellte an den Betrieb und die Verwaltung die höchsten Anforderungen. Auf Fahrscheine und Zeitkarten wurden 5 954 330 Personen befördert. Gegenüber dem Vorjahre eine Steigerung um 1 695 260 Personen. Die Fahrleistung von 1 125 589 Rechnungswagenkilometer blieb um 1238 Rechnungswagenkilometer hinter dem Vorjahre zurück. Die gesamten Einnahmen aus der Personenbeförderung sind von K 603 901 auf K 974 157 gestiegen. Dagegen sind die Betriebsausgaben durch die außergewöhnliche Teuerung von K 370 624 auf K 485 582 angewachsen. Von dem Betriebsüberschuß von K 392 073 werden der Altersversorgungs-Rücklage K 30 000, der Unterstützungs-Rücklage K 1500 und der Erneuerungs-Rücklage der Rest von K 360 573 überwiesen.

Czernowitzer Elektrizitätswerk- und Straßenbahngesellschaft. Während der Geschäftsjahre 1916

·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·hiw·



·hiw·
Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).
·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.
Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad

empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.
Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.
Porzellan für technische Zwecke.
Hochspannungs-Prüfstation bis 250 000 Volt.
Vertretung für Wien und Niederösterreich:
Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Schalttafelklemmen
(Original Druseidt-Klemmen)
Billigste Bezugsquelle
Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Digitized by Google

und 1917 war die Stadt Czernowitz von Mitte Juni 1916 bis Anfang-August 1917 vom Feinde besetzt. Der während dieser Zeit in Prag amtierende Verwaltungsrat hatte keine Möglichkeit, mit den Betrieben in Fühlung zu verbleiben und war daher auch außerstande, für das Jahr 1916 eine den Tatsachen entsprechende Bilanz zu erstellen. Der am Anfange der Berichtsperiode von Jänner bis Juni 1916 zutage getretene erfreuliche Aufschwung wurde durch die am 18. Juni 1916 erfolgte feindliche Invasion jäh unterbrochen. Jene Angestellte der Unternehmung, welche in Czernowitz verblieben, sowie jene, welche nicht rechtzeitig flüchten konnten, haben den Betrieb der Werke weitergeführt. Durch konsequente Betonung des völkerrechtlichen Standpunktes hinsichtlich des privaten Charakters der Unternehmung ist es gelungen, allerdings nach Überwindung großer Schwierigkeiten, die Selbständigkeit des Unternehmens zu wahren. Zwecks Besserung der finanziellen Lage des Werkes wurde anfangs 1917 der Straßenbahntarif erhöht. Am 3. August 1917 ist das Werk Altgasse infolge eines Brandes großenteils zerstört worden. Bis zur Erstellung geeigneter Provisorien war die innere Stadt in der Dauer von drei Wochen ohne Licht. Die Einnahmen der Straßenbahn, ausschließlich der Fahrkartensteuer, betrugen in der zweijährigen Berichtsperiode K 474 460 gegen K 414 266 des gleichen Zeitraumes der beiden Vorjahre. An Fahrkartensteuer wurden K 60 473, gegen K 61 029 der Vergleichsperiode, an den Stadtmagistrat abgeführt. Befördert wurden 3 279 623 gegen 3 485 480 Personen bei einer Leistung von 432 380 gegen 823 150 Wagenkilometern der Vergleichsperiode. Die Einnahmen beim Lichtwerke betrugen in den beiden Betriebsjahren K 1 365 310 (934 110). Die Gesamtausgaben für Licht und Bahn stellen sich auf K 1 372 390 (958 113). Es ergibt sich daher ein Betriebsüberschuß von Kronen 467 379 (390 263). Nach Bestreitung der Passivzinsen im Betrage von K 341 344, ferner der statutenmäßigen Abschreibungen und der planmäßigen Amortisation des Darlehens von zusammen K 416 781 und der Dotierung des Konto-Dubioso mit K 21 949 ergibt sich ein Verlust von K 312 695, welcher der Hauptsache nach auf die außerordentliche Steigerung der Materialpreise und Löhne zurückzuführen ist. Zuzüglich des Verlustes pro 1914/15 von K 406 866 ergibt sich ein Gesamtverlust von K 719.561.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115 a
Telegramme „INGOR" Fernruf 35.255
Ältestes Unternehmen für Kinobau und Einrichtung von Kinos
Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 28. Juli **ANZEIGER** 1918 — Heft 30

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Kleinturbinen der A. G. Brown, Boveri & Cie. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Kleinturbinen der A. G. Brown, Boveri & Cie.

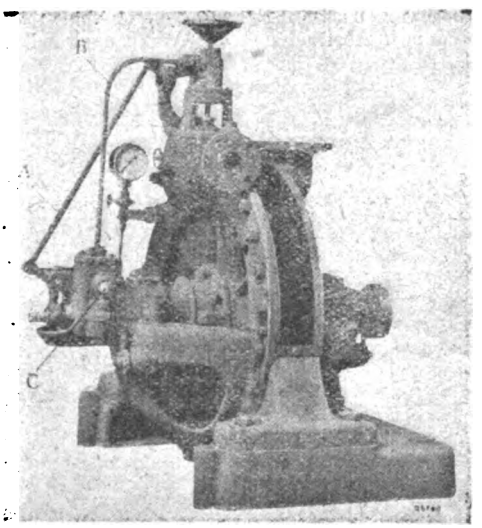
Trotzdem der Dampfturbine auf dem Gebiete der Kleinmaschinen neben ihren alten Mitbewerbern, der Kolbendampfmaschine und dem Elektromotor, in den letzten Jahren im Benzinmotor und im Kleindieselmotor neue Konkurrenten erwachsen sind, hat sie in einigen Anwendungsgebieten nicht nur ihr Feld behauptet, sondern es auch erweitert. Es betrifft dies hauptsächlich Fälle, in denen ihr Abdampf weiterhin nutzbar verwendet wird, wie zum Beispiel beim Antrieb von Kesselspeisepumpen, wo er zur Vorwärmung des Speisewassers dient oder beim Antrieb von Kondensationspumpen, deren Abdampf meistens in eine entsprechende Stufe der Hauptturbine eingeführt wird, in der er weiter arbeitet und sich bis auf den Kondensatordruck entspannt.

Auch für Antriebe von Pumpen, Gebläsen und Ventilatoren aller Art findet die Kleinturbine Verwendung, und nicht zuletzt auch für die Erzeugung elektrischer Energie.

Da heute fast jeder Betrieb in Reichweite eines Werkes liegt, das ihn mit Wechselstrom versorgen kann, handelt es sich dabei meistens um Erzeugung von Gleichstrom, der seiner vielseitigen Verwendbarkeit halber in manchen Betrieben vorgezogen wird, in anderen geradezu unentbehrlich ist. Falls in einer solchen Anlage Dampf in Form von Frischdampf oder Abdampf zur Verfügung steht, oder Abdampf für Heizvorrichtungen und ähnliche Zwecke gebraucht wird, sollte neben der Aufstellung eines Wechselstromumformers immer diejenige einer Kleinturbine mit Gleichstromgenerator mit in Betracht gezogen werden. Sie wird meistens nicht nur wegen der Unabhängigkeit vom stromliefernden Werk, die sie verbürgt, sondern auch mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit Vorteile bieten.

Mit Rücksicht auf die vorstehend geschilderten Verhältnisse hat die A.-G. Brown, Boveri & Cie. zwei neue Modelle von Kleinturbinen geschaffen, von denen das kleinere 2 bis 20 kW, das größere 20 bis 100 kW bei Drehzahlen von 3000 bis 6000 zu leisten vermag. Diese Turbine soll in folgendem kurz beschrieben werden*):

Der erste Gesichtspunkt beim Entwurf war unbeschränkte Verwendbarkeit für die verschiedensten Zwecke. Damit sie in Übereinstimmung mit ihrem Hauptmitbewerber, dem Elektromotor, beliebige Maschinen antreiben kann, muß die Kleinturbine einen unabhängigen, selbständigen Dampfmotor darstellen, welcher nicht, wie es zum Beispiel bei



den Kesselspeisepumpen und Kondensationsturbopumpen der Fall ist, mit der Konstruktion der angetriebenen Maschine verquickt sein darf. Ferner muß sie möglichst genau regulieren und einfach zu handhaben und billig sein.

Um diesen Gesichtspunkten nach Möglichkeit zu entsprechen, werden die Turbinen als reine Aktionsturbinen mit nur einem Rad mit zwei Geschwindigkeitsstufen gebaut. Dieses Laufrad sitzt in einem ungeteilten Gehäuse aus Spezialguß auf einer beidseitig des Gehäuses gelagerten Welle, die an den Stellen, wo sie aus dem Gehäuse heraustritt, durch Kohlenstopfbüchsen abgedichtet ist. Die beiden Lager werden von Armsternen getragen, die nach Art derjenigen von Lagerschildmotoren mit dem Gehäuse bezw. dessen Deckel zusammengegossen sind. Beide Lager sind als Ringschmierlager, das der Antriebsseite abgewendete als Kammlager ausgebildet. Auf der kammlagerseitigen Verlängerung der Welle sitzt fliegend der Achsregulator, welcher aus einer Reihe kniehebelartiger Schwunggewichte besteht, die in ihrer Gesamtheit einen Rotationskörper bilden. Obschon das einzelne Element sehr leicht gehalten ist und somit auch bei höchsten Drehzahlen keine zu großen Schneidenbelastungen ergibt, wird durch die gemeinsame Wirkung aller Elemente doch eine kräftige Regulierung erzeugt. Der Regulator wirkt der Spannung der achsial angeordneten Feder entgegen über das Gestänge (*A*) unmittelbar auf das als ausgeglichenes Doppelsitzventil gebaute Einlaßorgan. Dieses erhält den Dampf durch die vorgeschaltete Hauptabschließung, welche als Schnellschlußventil ausgebildet ist und sowohl selbsttätig von einem besonderen Achsregler aus über das Kugelgestänge (*B*) (bei Überschreitung der normalen Drehzahl um zirka 10%) oder von Hand durch Druck auf den Knopf (*C*) ausgelöst werden kann. (Siehe die Abbildung.)

Das größere der beiden Modelle hat außerdem noch ein handbetätigtes Ventil, welches als Überlastventil oder als Zusatzventil zum Beispiel bei stark sinkendem Dampfdruck gebraucht werden kann.

Die Einfachheit der ganzen Anordnung verbürgt eine große Betriebssicherheit und ein Mindestmaß an Bedienung, ohne daß dadurch, wie eingehende Versuche gezeigt haben, die Regulierfähigkeit ungünstig beeinflußt wird.

Die BBC-Kleinturbine erfüllt somit die eingangs erwähnten Bedingungen, die an eine zweckmäßige Kleinturbine gestellt werden müssen, in hohem Maße und es steht zu erwarten, daß sie zum Antrieb von Generatoren, Pumpen, Ventilatoren, Gebläsen, Kompressoren u. dgl. mit oder ohne Übersetzungsgetriebe ein großes Absatzgebiet finden wird.

*) BBC-Mitteilungen IV, Heft 12, 1917.

Rundschau.

Die Elektrotechnik im Krieg. Sieht man von dem ungeheueren Einfluß der elektrischen Kraftübertragung auf die Erzeugung der mannigfaltigen Bedürfnisse der Armeen ab, so liegt, wie Dr. Ing. Graf v. Brockdorff in den „AEG-Mitteilungen" ausführt, die unmittelbare wirtschaftliche Betätigung der elektrischen Energie im Kriege in der Lieferung von Licht und Kraft in der Etappe und an der Front. Bei dem längeren Stellungskrieg ist auf beiden Fronten auch der Graben fast ausnahmslos elektrisch beleuchtet worden. Die technische Durchführung wird neben der Rücksicht auf die feindliche Waffenwirkung durch größte Sparsamkeit bestimmt. Die Zuleitung der elektrischen Energie geschieht so weit vor wie möglich mittels Freileitung, die Verteilung durch Kabel. 30 000 Lampenkerzen für die Division können gerade noch als ausrung durch eigene und feindliche Artillerie erfordert widerstandsfähige Lampen; als solche werden meist Spiraldrahtlampen montiert. Spannungen und Stromart sind sehr wechselnd. Ursprünglich und wohl heute noch im Bewegungskriege waren kleine transportable Aggregate im Gebrauch. Die Entwicklung hat zu immer größeren Überlandzentralen geführt. Im Westen hat man vielfach vorhandene Zentralen von mehreren 1000 kW in Betrieb halten können; die Spannung betrug dabei meist 15 000 V. In den holzreichen Gegenden der Ostfront wurden die als Arbeitsmaschinen benutzten Lokomobilen vielfach mit Holz gefeuert. Die Freileitung erfolgte auf Holzmasten mit Eisenseil, vereinzelt wohl auch Aluminiumleitungen. Ein großer Prozentsatz der erzeugten elektrischen Kraft diente in der Etappe zum Betriebe der Sägegatter, die in den ungeheueren Forsten von Bialystok und Bialowies nicht nur den Holzbedarf sondern auch große Mengen der Heimat zuzuführen gestatteten. Gleichzeitig wurden große Ventilatoren für Kühlhäuser, medizinische Apparate, Röntgen- und Bestrahlungsanlagen, Lichtbäder, Koch- und Heizapparate, Laufgraben- und andere Pumpen gespeist.

Die militärischen Leistungen der Elektrotechnik liegen auf strategischem wie auf taktischem Gebiete. Zu ersterem gehört der Telegraphen- und Telephondienst, der die ganze Krieg- und Schlachtenführung des Weltkrieges unmittelbar bestimmt. Ohne Telegraph und Telephon wäre die Leitung und Führung der heutigen Heeresmassen undenkbar. Welchen Umfang der telegraphische Verkehr zwischen dem Unterkunftsort eines höheren Stabes einerseits, der Front und anderen Stäben andererseits besitzt, mag daraus erhellen, daß an der Ostfront bei einem Oberkommando täglich zwischen 1000 und

drahtlose Telegraphie ist besonders als die Verbreiterin des täglichen Heeresberichtes in der Heimat sowie an allen Frontteilen zur Bedeutung gekommen. Um dies zu würdigen, müssen wir uns vergegenwärtigen, daß im Jahre 1813 die Nachricht von der Einnahme von Paris erst neun Tage später in Berlin eintraf.

Der taktische Anteil der Elektrotechnik an der Kriegführung kommt einmal zum Ausdruck in dem Signalwesen (optische Zeichen, Scheinwerfer), dann im Grabenkriege durch Speisung von Bohrmaschinen, Stollen- und Minenfräsern. Eine besondere Bedeutung hat die Elektrizität im Stellungskriege als Verteidigungswaffe gewonnen. In erster Linie sind hier die elektrisch geladenen Hindernisse (Drahtzäune oder spanische Reiter) zu nennen' bei denen die an Spitze und Fuß geteerten Holzpfähle durch Drähte mit einer Spannung von 1000 bis 1500 V verbunden sind.

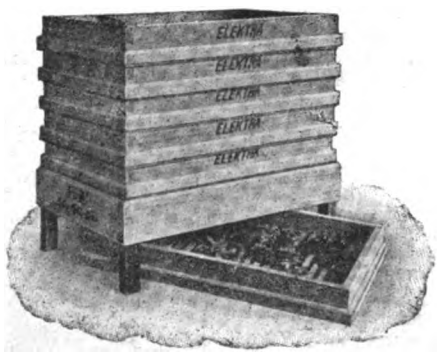
An der Ostfront konnten diese Hindernisse eine weit größere Rolle spielen als an der Westfront, wo sie durch das Trommelfeuer meist in kurzer Zeit niedergelegt wurden. Unzerstörte elektrisch geladene Fronthindernisse wirkten meist lähmend auf die Angriffslust des Gegners, den sie zudem noch zwangen, mit besonders ausgerüsteten Stoßtrupps gegen sie vorzugehen und dadurch dem Verteidiger die zur Herbeiführung von Reserven notwendige Zeit zu gewähren.

Künstliche Hallenlichtbäder. Die guten Erfahrungen, die man in den letzten Jahren mit der Lichtbehandlung der Tuberkulose gemacht hat, bewogen den Direktor der Gießener Universitätsklinik Prof. Dr. Jesionek die an ultravioletten Strahlen reiche Quarzlampe, die nach der Konstruktion der Hanauer Quarzlampen-Gesellschaft als ‚künstliche Höhensonne" in der Therapie schon eingeführt ist, auch für diesen Heilzweck zu verwenden. Es wurde zur praktischen Ausnutzung der Lampe eine Halle errichtet, in der gleichzeitig 4 bis 6 Personen den chemischen Strahlen ausgesetzt sind. Die Aufgabe bestand darin, die Lampen und Spiegelungsvorrichtungen so anzubringen, daß der Raum möglichst gleichmäßig von chemischen Strahlen erfüllt ist und das künstliche Licht dem natürlichen in seiner biologischen Wirkung so nahe als möglich kommt. Dies ist auch nach der Beschreibung im „Elektrot. Anzeiger" bei dem neuen Hallenlichtbad gelungen. Die Lampen bestehen aus eine. 16 cm langen Quarzröhre in einem offenen, rechteckigen Behälter, mit schräggestellten Magnaliumspiegeln, so daß das austretende Licht hauptsächlich reflektierte Strahlen enthält. Am Stativ der Lampe ist der Widerstand und die Schaltvorrichtung vorhanden, das Zünden erfolgt durch Kippen des Gehäuses. Die Lampen sind in 70 bis 100 cm oberhalb des Bodens in Abständen an der Wand angebracht, die so bemessen sind, daß sich die austretenden Lichtkegel in bestimmter Entfernung von der Wand schneiden. In einer Entfernung von 4 m wird nach ein- bis zweistündiger Bestrahlung eine leichte Hautentzündung hervorrufen, je nach Beschaffenheit der Haut; danach ist die Strahlungsintensität der Lampe zu bemessen. Man muß also die Raumdimensionen so wählen, daß die Entfernung von der Lamp. niemals kleiner als 5 bis 6 m werden muß. Der Raum muß also zumindest 12 m breit sein, die Lampen sind in 3 bis 3·5 m Abstand anzubringen. An den Hallenenden sind Scheinwerfer aufgestellt, die das Licht zur Decke werfen, wo es in den Raum reflektiert wird. Aluminiumbronze und bläulichweißer Kalkbewurf, die die Strahlen gut reflektieren, sind in der Halle für Decke und Wände zu verwenden, der Fußboden mit grobem, weißem Linnen zu bespannen. Die Strahlungsintensität wird durch Einsetzen von Uviolgläsern vor die Lampen geregelt.

Elektrischer Antrieb für Fischereifahrzeuge in Skandinavien. Angesichts der großen Anzahl von Fischereifahrzeugen skandinavischer Reedereien, die in den letzten Jahren mit Petroleummotoren gebaut oder ausgerüstet wurden, ist die mangelnde Zufuhr dieses Betriebsstoffes, für den in erster Reihe die Vereinigten Staaten als Lieferanten in Be-

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

UNSERE PATENTE ÖSTERR. PAT. 75073 — D. R. P. 299258 — D. R. G. M. 662839 UNSERE PATENTE
ELEKTRISCHE
DÖRR- UND TROCKENAPPARATE
FÜR OBST, GEMÜSE, KRÄUTER USW.



„ELEKTRA-HAUSDÖRRE"
TYPE E. B. 6/15, 10 BIS 15 KG FASSUNG, 500 WATT STROMKONSUM.

GLEICHMÄSSIGE HITZE.
LEICHTE BEDIENUNG.
PRIMA RESULTATE.
TRANSPORTABEL.

PREISE UND PROSPEKTE AUF VERLANGEN.
ELEKTRA GESELLSCHAFT M. B. H., BREGENZ

FÜR GRÖSSERE ANLAGEN KOMMEN NUR UNSERE DRUCKLUFT-DÖRR- UND TROCKENAPPARATE IN BETRACHT. — NORMALAPPARAT MIT 100 KG FASSUNGSVERMÖGEN KURZFRISTIG LIEFERBAR.
VERLANGEN SIE UNSERE GRATIS-BROSCHÜRE „DÖRREN ODER TROCKNEN".

tracht kommen, ein immer schwerer empfundener Übelstand geworden. Man hat besonders in Norwegen, wo die Fischerei eine der Haupteinnahmequellen des Landes bildet, die namentlich während des Krieges immer gewinnbringender geworden ist, nach verschiedenen Richtungen erwogen, in welcher Weise sich das Petroleum ersetzen ließe, und bereits hiefür Thran und Karbid vorgeschlagen; doch erscheinen diese Wege in der Praxis nicht gangbar. Nunmehr beschäftigt man sich, wie schwedische Tagesblätter berichten, dort ernstlich mit der Einführung des elektrischen Antriebes für die fraglichen Motorfahrzeuge. Die Anregung hiezu soll von einem Mitglied der nach den Vereinigten Staaten entsandten norwegischen Handelskommission der Regierung zugegangen sein, das sich wahrscheinlich an Ort und Stelle von der Aussichtslosigkeit einer baldigen Besserung des vorliegenden Übelstandes überzeugt hat. Der Leiter der norwegischen Wasserfallsdirektion hat sich in einem Gutachten dahin geäußert, daß die der praktischen Durchführung des elektrischen Betriebes noch entgegenstehenden Schwierigkeiten nicht so groß seien, als daß sie nicht gelöst werden könnten. Die Hauptschwierigkeit liege in der Schwere der Akkumulatoren; aber es sei Edison bereits gelungen, einen Akkumulator zu bauen, der nur 28 kg pro kW wiege, und es sei möglich, dieses Gewicht noch auf 14 kg zu reduzieren. Außerdem würden sich die Akkumulatoren im Schiff so anordnen lassen, daß sie gleichzeitig als Ballast verwendet werden könnten. Auch in Schweden ist diese Frage Gegenstand des Studiums seitens der Regierung und der praktischen Arbeit seitens verschiedener Fabriken. Nach Ansicht von Sachverständigen dürfte der elektrische Betrieb zunächst nur Aussicht haben, auf größeren Motorfahrzeugen zur Einführung zu kommen; ebenso wird der Umstand mitsprechen, ob neben der Beschaffungsfrage der Preis des Betriebsöls sich weiterhin so hoch halten wird, daß demgegenüber die sehr hohen Preise für Akkumulatoren nicht ins Gewicht fallen.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Engelhartszell. Das Eisenbahnministerium hat dem Realitätenbesitzer Leopold Schatzl in Raab (Oberösterreich) die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine mit elektrischer Kraft zu betreibende Lokalbahn von Riedau über Raab nach Engelhartszell auf die Dauer eines Jahres erteilt.

Szemeretelep. Der Veszpremer Sparkassen A. G. wurde die Bewilligung zur Vornahme der technischen Vorarbeiten für den Bau einer Straßenbahn mit elektrischem Betrieb von der Station Szentlörincz bis zur Station Szemeretelep erteilt.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Elektrizitätswerke Steyr. Die andauernde Erschwerung der Beschaffung von Brennstoffen für Beleuchtungs- und motorische Zwecke für die Bevölkerung führte dazu, daß sich auch im abgelaufenen Jahre eine rege Tätigkeit der Installationsabteilung ergab, die trotz der ungünstigen Materialverhältnisse und der äußerst hohen Arbeitslöhne das Möglichste leistete.

Im Jahre 1917 wurden 2521 Glühlampen, 9 Motoren mit zusammen 96 PS und 37 Heizkörper neu angeschlossen. Insgesamt waren mit 31. Dezember 1917 1307 Lichtabnehmer mit einem Anschlußwert von 327·161 kW und 361 Kraftabnehmer mit einem Anschlußwert von 425·156 kW installiert.

Für die VI. und die VII. Kriegsanleihe wurde im Jahre 1917 der Betrag von K 41 000 gezeichnet. Die Jahresrechnung ergibt nach Vornahme der notwendigen Abschreibungen und nach Rückstellung eines angemessenen Betrages für Steuerreserve einen Gewinn von K 69 656, von welchem dem Reservefonds 5% = K 3500 zugewiesen, an Dividende

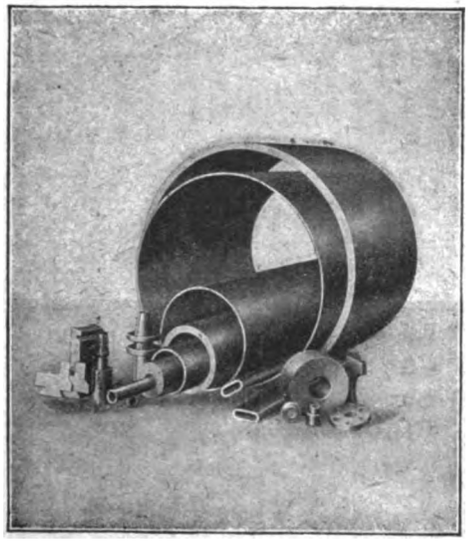
Société Générale des Condensateurs Electriques

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Fribourg (Suisse)

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

6% = K 50 047 und an Tantième 10% = K 1611 verteilt werden. Von dem verbleibendem Reste wird eine 1%ige Superdividende = K 8341 verteilt und auf neue Rechnung K 6156 vorgetragen.

Centrale d'énergie électrique. Der Abschluß für das Jahr 1917, der von der Generalversammlung genehmigt wurde, weist einen Verlust von Francs 3 320 454 auf, gegen einen Gewinn von Fr. 679 665 im Jahre 1916. Obwohl der Verwaltungsrat ein ungünstiges Resultat vorausgesehen hatte, war ein Verlust in dieser Höhe doch nicht erwartet worden. Die Verwaltung erhofft für die Zukunft infolge neuer Verträge mit verschiedenen Gemeinden bessere Ergebnisse.

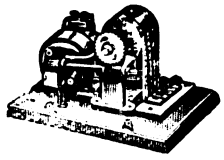
Compagnie Parisienne de Distribution d'électricité. Die Betriebseinnahmen stellten sich für das Jahr 1917 auf Fr. 43 914 088, was gegen das Vorjahr ein Plus von Fr. 6 416 629 bedeutet. Der Betriebsgewinn ergab Fr. 11 160 808, wozu noch Fr. 753 060 an Zinsen und diversen Einnahmen hinzukommen. Nach Abschreibung der Obligationszinsen und der gesetzlichen Amortisationen verbleibt nur ein Reingewinn von Fr. 3 232 240 gegen Fr. 5 681 596 im Vorjahre. Diese Summe genügt nicht zur Deckung für die Ausschüttung von 4% Dividende, welche jedoch auf Antrag des Verwaltungsrates unter Benutzung früher zurückgestellter Reserven verteilt werden wird.

Compagnie Générale de Distribution d'énergie électrique. Das Betriebsergebnis für 1917 weist einen Verlust von Fr. 680 607·23 aus. Wie die Verwaltung erklärt, ist dieses ungünstige Ergebnis hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die Gesellschaft genötigt war, minderwertige und teuere Brennstoffe zu verwenden, während an die Abnehmer zu den kontraktmäßigen Preisen Strom geliefert werden mußte. Die Mehrkosten stellen sich gegenüber der Kalkulation von 1915 um 45% höher. Die Verwaltung ist in freundschaftliche Verhandlungen mit ihren Abnehmern behufs entsprechender Änderung der Kontrakte und Verbesserung ihrer Einnahmen eingetreten. *Lp.*

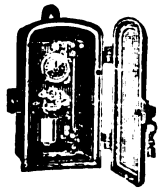
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenzer



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

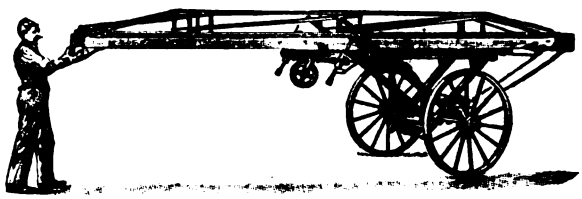
Für Österreich: **Dr. Paul Hollacher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Feeenmeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m
„ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



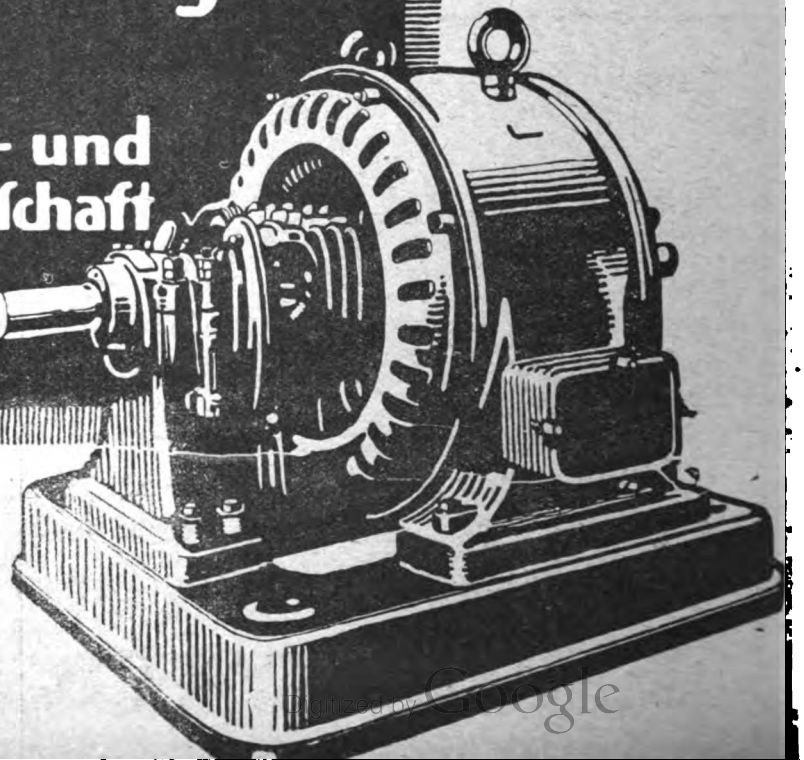
Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 4. August **ANZEIGER** 1918 — Heft 31

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Elektrisches Glühen von Werkzeugen mit scharfen Schneiden. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. Metallbericht.

Elektrisches Glühen von Werkzeugen mit scharfen Schneiden.

Bekanntlich erhitzt sich in der Elektrolyse der an der Kathode abscheidende Wasserstoff bei genügend hoher Spannung und bei dementsprechend starker Entwicklung derart, daß das die Kathode bildende Metallstück ins Glühen gerät. Nimmt man als Kathode ein Werkzeug, so kann auch dieses auf jede beliebige Temperatur erhitzt werden. Werden nun zum Glühen Werkzeuge mit scharfen Kanten oder Schneiden, wie Bohrer, Meißel, Äxte u. dgl. in das Elektrolytbad gesteckt, so besteht jedoch der Nachteil, daß die Temperatur der Wasserstoffhülle die scharfen Kanten und Schneiden stark angreift und abstumpft. Das ist darauf zurückzuführen, daß das Eisen oder Stahl die hohe von außen kommende Erhitzung nicht rasch genug von den Kanten oder Schneiden nach innen ableiten kann.

Falls daher die Elektrolyse zum Glühen geschärfter Werkzeuge Anwendung finden soll, sei es zum Zwecke des Ausglühens oder des Härtens, so ist es erforderlich, die scharfen Kanten oder Schneiden gegen die unmittelbare Einwirkung der Wasserstoffhülle zu schützen. Zur Erreichung dieses Zweckes werden, nach einem vor kurzem von der Österr.-Ung. Elektro-Schweißmaschinen Gesellschaft m. b. H. in Wien bekanntgegebenen (D. R. P., Ö. P., U. P.) Vorschlage die scharfen Kanten und Schneiden des auszuglühenden oder zu härtenden Werkzeuges mit einem stromleitenden, schwer oder unschmelzbaren Überzug versehen, hinter dem erst die Erwärmung der Schneiden und Kanten erfolgt. Dieser Überzug kann so stark genommen werden, daß die Schneiden und Kanten während der ganzen Dauer der Erwärmung dahinter geschützt bleiben oder nur so stark, daß, wenn er nach einiger Zeit zerstört oder abgeblättert ist, die Weiter- und Enderhitzung unmittelbar erfolgt.

Wenn es sich um ein Glühen der Werkstücke zum Zwecke des nachherigen Härtens handelt, ist ein Überziehen der Schneiden und Kanten mit Graphit oder kohlenhaltigen Stoffen, beispielsweise mit dem sogenannten Graphitzement, vorzuziehen, weil die Einwirkung von Kohlenstoff auf glühendes Eisen oder Stahl für die Schneiden oder scharfen Kanten der Werkzeuge infolge der Aufnahme von Kohlenstoff sehr günstig ist. Ein Schutz der Schneiden oder scharfen Kanten von Werkzeugen im Elektrolytbade kann ferner dadurch erzielt werden, daß der Boden des Gefäßes mit grobkörnigem Pulver oder Sand gefüllt wird, worin das Werkzeug so tief, wie die Schneiden reichen, zu stecken ist. Dann können sich nur in solchem Maße Wasserstoffblasen an der Oberfläche der Schneiden bilden, wie es die Zwischenräume zwischen der Körnung gestatten. Außerdem nimmt das grobkörnige Pulver oder der Sand selbst an der Ableitung der Wärme teil.

Beim Glühen zu härtender Werkzeuge kann eine zu rasche Erwärmung der scharfen Kanten und Schneiden des Werkzeuges auch dadurch verhütet werden, daß die zu härtenden Flächen zunächst durch geeignete Isolation gegen die Einwirkung des Stromes geschützt werden, während die übrigen Teile als Kathode im Elektrolytbade wirken. Die zu härtenden Flächen werden erst dann in die Erhitzung einbezogen, wenn die übrigen Teile des Werkzeuges in der Erhitzung entsprechend weit vorausgeeilt sind. Um dies zu erreichen, wird ein Rohr aus Porzellan oder einem anderen nichtleitenden Stoff in dem Elektrolytbade so angeordnet, daß es anfänglich die zu härtenden Flächen, Schneiden usw. umgibt. Diese werden aus dem nichtleitenden Rohr erst nach fortgeschrittener Erhitzung der übrigen Teile des Werkzeuges herausgezogen, worauf alle Teile des Werkzeuges zusammen weiter erhitzt werden.

Rundschau.

Drahtlose Telegraphie in Amerika*). An der Grenze gegen Mexiko in Arizona, zwischen Brownsville und dem Stillen Ozean, will die amerikanische Regierung eine — vorzugsweise militärischen Zwecken dienende — Kette von Funkenstationen errichten, und zwar in Laredo, El Paso und Fort Huachuca.

In Porto-Rico soll eine Großstation mit einem Aufwand von 2 Mill. Mark errichtet werden.

Die Anfang 1917 in Betrieb genommene Station zu Chollas Heights bei San Diego ist eine der größten in Amerika. Sie verfügt über drei Türme von 187 m Höhe in 325 m Abstand. Die Basis jedes Turmes bildet ein gleichseitiges Dreieck von 46 m Seitenlänge, die Spitze ein solches von 2·5 m. Das Erdnetz von 29 ha enthält 40 km Kupferlitzendraht. Die Station arbeitet mit ungedämpften Wellen von einem Lichtbogengenerator, der von einer 200 kW-, 1000 V-Gleichstrommaschine gespeist wird; sie wird von einem 220 kW-, 2200 V-Drehstrommotor angetrieben.

Die Regierung von Brasilien will zur Vervollständigung ihres funkentelegraphischen Dienstes einen Betrag von 2·3 Mill. Mark verwenden.

Die Regierung von Argentinien will eine Großstation zum direkten Verkehr mit New York errichten.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Ausnutzung der steierischen Wasserkräfte. Bekanntlich verfügt Steiermark über schätzungsweise 1 Mill. PS noch unausgenutzter Wasserkräfte. In erster Linie kommen für die Gründung großer Elektrizitätswerke die in Betracht, die sich an den größten Wasserläufen erstellen lassen, also an der Enns, Mur und Drau. Nebenher könnte allerdings auch der Ausbau einzelner günstiger Anlagen an den Zubringern dieser Hauptwasserläufe in Betracht gezogen werden. Da gerade in Steiermark größere Gefälle und Wassermengen zusammen relativ hohe Effekte ergeben, so erscheint es natürlich, daß mit deren Ausbau zu allererst begonnen wird. Die in Steiermark zu schaffenden Großkraftwerke liegen auch in allernächster Nähe des Mittelpunktes der diesseitigen Reichshälfte und nahezu mitten im großen Industriegebiete Obersteiermarks und Niederösterreichs sowie in einer solchen Nähe der Reichshauptstadt, daß auch eine Versorgung dieser mit einer Fernleitung im Vergleiche zu anderen, mehr abseits gelegenen Großkraftwerken mit den geringsten Energieverlusten verbunden wäre.

Um einen einheitlichen Ausbau der steierischen Wasserkräfte auf Grund des Regierungsprogrammes für die Ausgestaltung des Elektrizitätswesens in Angriff zu nehmen, hat sich, wie die Grazer „Tagespost" meldet, ein Konsortium gebildet, dessen Präsidium Justizminister a. D., Herrenhausmitglied Dr. R. v. Hochenburger übernahm. Vizepräsident ist Dr. Julius Finze, Präsident der Aktiengesellschaft vormals Adolf Finze & Co. in Kalsdorf. Dem Konsortium, das sich wegen einheitlichen Vorgehens mit dem Landesausschusse geeinigt hat, sind bisher die meisten Industrieunternehmungen Steiermarks beigetreten. Es wurde der Regierung der Vorschlag unterbreitet, man möge sofort nach Eintritt günstigerer Verhältnisse an den Ausbau der eingangs beschriebenen Wasserkraftanlagen in Steiermark schreiten und alle erforderlichen Maßnahmen schon jetzt öffentlicher Fonds, zu bilden. Die für die Gründung maßgebenden Gesichtspunkte werden in einer von Baurat Richard Hofbauer verfaßten Denkschrift ausführlich erörtert und durch sehr übersichtliche Tafeln erläutert.

Für den ersten Ausbau sind in das Programm aufgenommen: Enns vom Gesäuse-Eingang bis Altenmarkt, die Seitenbäche der Enns (Forstau- und Preuneggbach), Thalbach bei Schladming, Sölk- und Donnersbach), die Mur von Judenburg bis Mureck und die Drau von Marburg bis Friedau. Die gesamten Anlagekosten einschließlich der hauptsächlichsten Fernleitungen (55 Mill.) betragen 450 Mill. Kronen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Continentale Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Nürnberg. Die Generalversammlung genehmigte nach B. B. C. den Abschluß für 1917/18 und die Verteilung von 3% Dividende auf die Vorzugsaktien*).

Schlesische Elektrizitäts- und Gas-Akt.-Ges. Der im Jahre 1917 erzielte Ertrag der Oberschlesischen Elektrizitäts-Werke betrug Mk. 1 981 233 gegen Mk. 3 063 475 im Vorjahre. Der Gewinn aus einer Beteiligung betrug Mk. 52 643 (27 115). Nach Abzug der Abschreibungen und Unkosten verbleiben Mk. 929 694 Reingewinn (1 567 384), woraus 5% Dividende (10) verteilt werden sollen*).

Westfälisches Verbandselektrizitätswerk, Dortmund. In der ordentlichen Hauptversammlung war durch sechs Aktionäre 3 Mill. Mark Aktienkapital vertreten. Der Geschäftsbericht wurde ohne Erörterung genehmigt. Nach dem Berichte

des Vorstandes haben die Talsperrenwerke infolge verringerten Wasserzuflusses nur verhältnismäßig geringe Strommengen erzeugen können. Seit dem 1. Jänner 1918 sind die bisher im Besitze der Elektrizitätslieferungsgesellschaft, Berlin, befindlichen Stromversorgungsanlagen im Kreise Soest durch Kauf in den Besitz des Verbandswerkes übergegangen. Die Gesamtstromabgabe stieg von 61·7 auf 74·9 Mill. kWh. Die sofort zahlbare Dividende wurde wieder auf 5% festgesetzt*).

Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (E. K. Z.)*). Die Kantonatsrätliche Kommission zur Prüfung des Geschäftsberichtes hat einen Bericht vorgelegt, aus dem wir nach „N. Winterthurer-Tagbl.“ folgendes entnehmen:

Das Werk Eglisau wird in ein bis zwei Jahren fertiggestellt sein, für ein dieses ergänzendes Hochdruckwerk mit Stauweiher sind die Vorarbeiten im Gang. Die bauliche Tätigkeit der E. K. Z. war auf die Hebung der Leistungsfähigkeit der Verteilungsstation und des Netzes gerichtet. Die Nordostschweizerischen Kraftwerke (N. O. K.) haben zur Prüfung von Projekten ein eigenes Studienbureau gegründet.

Der Absatz der elektrischen Energie ist im Berichtsjahr infolge der hohen Kohlenpreise und der Knappheit an Brennmaterialien derart gestiegen, daß die Eigenwerke der N. O. K. an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sind. Das Beznauwerk war Tag und Nacht, Sommer und Winter voll belastet und am Löntschwerk genügte der Zufluß knapp zur Deckung der Spitzenbelastung, so daß sozusagen der letzte Tropfen Wasser zur Arbeitsleistung herangezogen wurde. Dank einer rationellen Betriebsweise war es möglich, aus beiden Werken total 150 Mill. kWh herauszubringen, während im Bauprojekt seinerzeit bloß 125 Millionen vorgesehen waren. Der Winterkonsum 1917/18 konnte nur durch Heranziehung bedeutender Energiemengen aus dem Laufenburger Werk gedeckt werden. Für den kommenden Winter haben sich die N. O. K. weitere Kraft von Olten-Gösgen gesichert, so daß voraussichtlich auch die Schwierigkeiten der nächsten Versorgungsperiode für das Gebiet der E. K. Z. überwunden werden können, natürlich nicht ohne beträchtliche finanzielle Opfer. Der rasche Neubau von Werken wird immer mehr zur dringenden Pflicht, und es sollte geprüft werden, ob dem momentanen Arbeitermangel nicht auch auf diesem wirtschaftlich so wichtigen Gebiet durch außerordentliche Maßnahmen entgegengewirkt werden könnte.

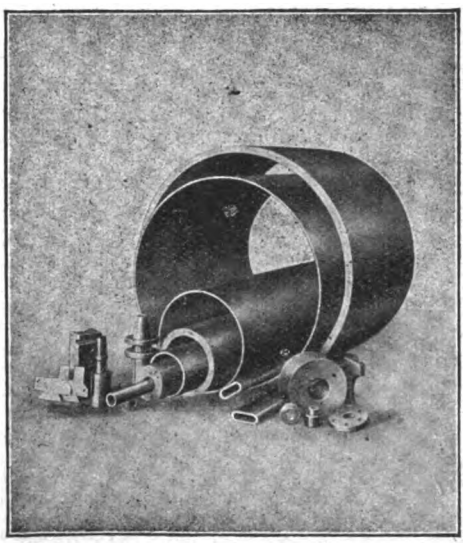
Der Verkauf der elektrischen Kraft erfolgt bei den E. K. Z. nach einem Tarifsystem, das sich im ganzen bewährt hat. Die Kommission überzeugte sich durch Einsichtnahme in die Verträge, daß alle Abonnenten unter gleichen Bedingungen auch gleich behandelt werden. Es besteht bei einzelnen gut rentierenden Gemeinden, wo die E. K. Z. als Detailverkäufer auftreten, die Tendenz, das Netz anzukaufen und auf Gemeinderechnung unter fiskalischer Ausnutzung selber zu verwalten. Gegen diese Tendenz ist Front zu machen. Die E. K. Z. würden ruiniert, da ihnen am Schluß nur noch die unrentablen Betriebe verblieben.

Sehr zu begrüßen sind die günstigen Bedingungen, zu denen die E. K. Z. den Strom zu Kochzwecken abgeben, da dadurch mit relativ geringer Mehrbelastung der Werke einer sehr großen Zahl von Familien eine Wohltat erwiesen wird. Die Kommission äußert den Wunsch, die Verwaltung möchte die Verbreitung der elektrischen Küche weiterhin fördern und bei allfällig notwendig werdender Kontingentierung der elektrischen Energie auf dieses Gebiet spezielle Rücksicht nehmen.

Der Reinertrag des Installationsgeschäftes (Frcs. 319 000) ist trotz der im Bericht des Verwaltungsrates erwähnten Darniederhaltung der Preise immer noch ein beträchtlicher, so daß die Kommission wünscht, es möchte im Interesse des Publikums eine Erhöhung des Installationstarifes so weit als möglich hinausgeschoben werden.

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 8, Anz. Seite 29.
**) Siehe E. u. M. 1917, Anz. Seite 258.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

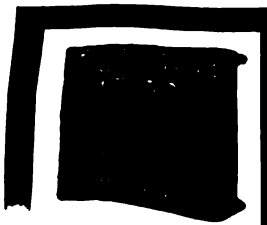
HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN



Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

Dem erhöhten Umsatz entsprechend, ist auch das finanzielle Ergebnis des Berichtsjahres ein gutes. Der Betriebsüberschuß beträgt nach Verzinsung des Anlagekapitals und einigen vorsorglichen Reservestellungen (zirka Frcs. 450 000) Frcs. 1 771 287, das sind Frcs. 426 000 mehr als im Vorjahr. Er gestattet neben einer durchschnittlich 4·5%igen Abschreibung am Buchwert der Anlagen eine Einzahlung von Frcs. 190 000 in den Erneuerungs- und Reservefonds, sowie eine Einlage von Frcs. 400 000 in den Pensionsfonds. Dieser letztere ist damit auf Francs 504 500 angestiegen und es ist zu wünschen, daß die Pensionskasse auf Beginn des Jahres 1919 ins Leben gerufen werden könne.

Compagnie de l'industrie électrique et mécanique (Brevets Thury) in Genf (Sécheron). Die Frage nach der künftigen Gestaltung dieses Unternehmens, dessen Verwaltung für den Verkauf desselben oder eine Fusion seit langem eine Reihe von Unterhandlungen angeknüpft und wieder abgebrochen zu haben scheint, steht heute vor ihrer endgültigen Lösung. Die im Laufe des Monats Juli einzuberufende Generalversammlung wird, wie B. B. C. mitteilt, im Anschluß an den Verwaltungsbericht über das am 31. März 1918 abgelaufene Geschäftsjahr über die Liquidation der Gesellschaft Beschluß zu fassen haben. Einstweilen ist darüber so viel bekannt, daß den Aktionären hinsichtlich der Titel wahrscheinlich ein Rückkaufsantrag gestellt werden soll, nach dem sich der Wert der Prioritätsaktien annähernd auf etwa Frcs. 84 stellen wird; überdies soll auch für die Stammaktien und die Prioritätsaktien ein Rückkaufspreis vorgesehen sein, dagegen würden diese im Falle einer Liquidation nichts beziehen.

Die Ausdehnung der englischen General Elektric Co. Die englische General Electric Co., eine Gründung Deutscher, die kurz vor dem Krieg zeitweise sehr schwer gegen die kontinentale Konkurrenz anzukämpfen hatte, genießt jetzt auch eine Hochkonjunktur, die unter anderem sich durch eine große Fusionsfreudigkeit äußert. Sie ist jetzt, wie die „Frkft. Z.“ mitteilt, unter anderen beteiligt bei folgenden Industriegesellschaften:

Chamberlain and Hookham, Conner-Magneto and Ignition, Osram-Robertson Lamp Works, Peel-Conner Telephone Works Pirelli-General Cable Works, Salford Eletrical Instruments, Steel Conduit Co.; ferner bei folgenden Handelsfirmen: Anglo-Argentine General Electric Co., British General-Electric Co., Australia, South Africa, General Electric Co. of Belgium, General Electric Co. of China, General Electric de France, General Electric Co. India sowie bei den folgenden Bedarfsgesellschaften: The Barbadoes Electricity Supply Corporation Bogota., Telephone Co., Ducca Electric Supply Co., Frinton-on-Sea and District Electric Light and Power Co., Madeira Electric Lighting Co. (1900) und the Electricity Co. of Macclesfield.

Die General Electric Co. erhöht jetzt ihr Kapital auf 3 Mill. Pfund Sterling durch Ausgabe von 1 Mill. Pfund Sterling Vorzugs- und 300 000 Pfd. St. Stammaktien. Außerdem werden 300 000 Pfd. St. der Reserve entnommen und als Stammaktien den alten Aktionären zugeteilt.

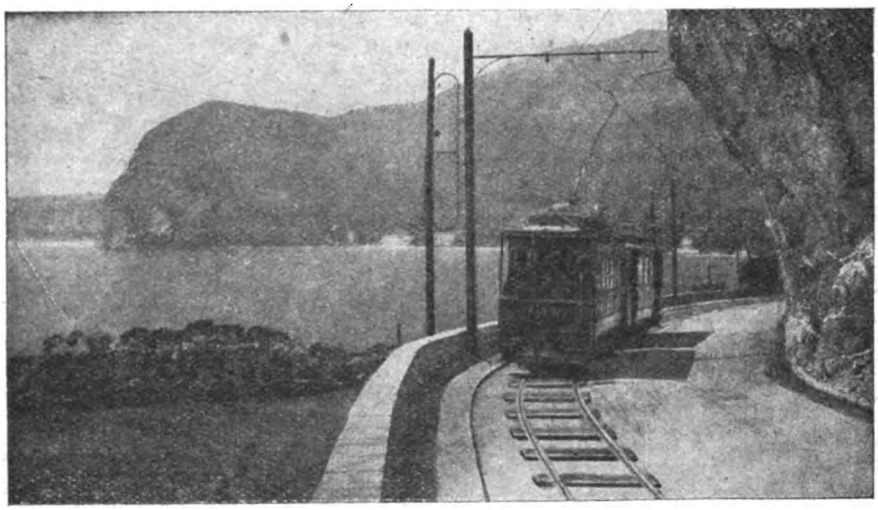
Metallbericht. Vor kurzem gelangte eine Statistik über die Ausfuhr Englands an Stahl und Eisen im ersten Quartal dieses Jahres zur Veröffentlichung, welche im Vergleich mit den entsprechenden Ziffern der Vorjahre von den tiefgreifenden Veränderungen Zeugnis ablegt, die der Krieg auch auf diesem Gebiete des englischen Wirtschaftslebens zur Folge gehabt hat. Die Zahlen der letzten drei Jahre stellen sich für den verglichenen Zeitraum folgendermaßen:

	1916	1917	1918
In Tonnen:	866 159	627 406	389 649
„ Pfd. St.:	12 705 338	12 087 349	8 265 222

Wie ersichtlich ist, wird die außerordentlich starke Verminderung in der ausgeführten Menge auch durch die mit dem Fortschreiten des Krieges erheblich gesteigerten Ausfuhrpreise nicht wettgemacht. Die Ausfuhr sank dem Gewichte nach wesentlich unter die Hälfte derjenigen des ersten Vierteljahres 1916 und dem Werte nach auf rund zwei Drittel. Die Einfuhr wies ebenfalls rückgängige Ziffern auf:

·hiw·

Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.



·hiw·

Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.
Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad

empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.

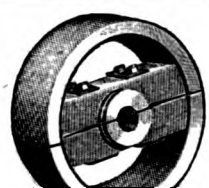
Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.

Porzellan für technische Zwecke.

Hochspannungs-Prüfstation bis 250 000 Volt.

Vertretung für Wien und Niederösterreich:
Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Kurials zweiteilige
Holzriemenscheiben
für Fest-Leer-Lauf.
Stufen-Seil-Scheiben in allen Größen.
Zahnradkämme! Solideste Ausführung!
H. KURIAL, Spezial-Fabrik



Elektromotore und Dynamomaschinen
Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt Willibald Swoboda, Wien VII.

	1916	1917	1918
In Tonnen:	194 949	91 323	73 946
„ Pfd. St.:	2 444 536	1 804 601	2 579 954

Diese letzteren Zahlen legen wiederum Zeugnis für die Riesenpreise ab, welche England für seinen Stahlbedarf dem amerikanischen Verbündeten zahlen muß.

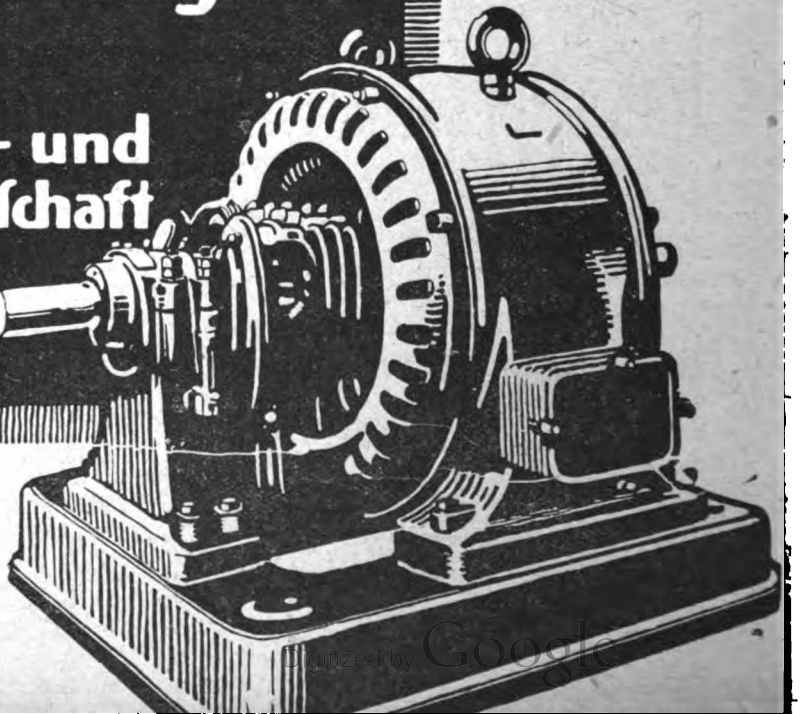
Wie die der gegenwärtigen russischen Regierung nahestehende „Prawda“ vor kurzem berichtete, werden behördlicherseits Verhandlungen mit Fachleuten über die Nationalisierung der gesamten russischen Metallindustrie durch Bildung eines gewaltigen Trusts geführt, der nicht weniger als 15 große Unternehmungen mit 300 000 Arbeitern umfassen soll. Sämtliche Aktiva sollen in Sowjethänden vereinigt werden. Es wird nicht nur von theoretischem Interesse sein, zu sehen, wie dieses große staatssozialistische Experiment abläuft, da die Leistungsfähigkeit dieses geplanten Gebildes tief in die wirtschaftliche und militärische Leistungsfähigkeit des heutigen Rußland eingreifen wird. In diesem Zusammenhange kann erwähnt werden, daß die Ukraine an der Gesamtproduktion von Roheisen im ehemaligen russischen Kaiserreich deutschen Berichten zufolge mit 64% beteiligt war.

Im Mai wurde zwischen England und Australien ein Abkommen wegen der Zinkkonzentrate, über das seit der zwangsweisen Aufhebung der deutsch-australischen Verträge verhandelt wurde, abgeschlossen. Danach übernimmt England für die Dauer des Krieges außer den vorhandenen Vorräten jährlich 250 000 t und für die Dauer von weiteren zehn Jahren jährlich 300 000 t Konzentrate. Den japanischen Abnehmern und dem australischen Selbstverbrauch bleiben gewisse Mengen vorbehalten. Dieses Abkommen bedeutet zweifellos einen schweren Schlag gegen diejenigen deutschen Hütten, die vor dem Kriege in immer steigendem Maße das westaustralische Produkt auf reines Zink weiterverarbeitet hatten. Aber damit hat England sich auch dagegen gesichert, daß die erwähnten Quantitäten in Australien selbst verhüttet würden, worauf dort von beteiligter Seite in letzter Zeit hingearbeitet wurde. *Lp.*

Dieser Nummer liegt ein Prospekt der **Maschinenbau-A. G. Balcke,** Bochum, betreffend Luftreiniger, bei.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115 a 7
Telegramme „INGOR“ Fernruf 35.255
Vollständige
Kinoeinrichtungen.
Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329

Digitized by Google

Wien, 11. August **ANZEIGER** 1918 — Heft 32

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Wasserkraftausnutzung in Österreich. — Literatur. — Wirtschaftliche Nachrichten. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Wasserkraftausnutzung in Österreich.

Zusammenstellung der von den politischen Verwaltungsbehörden im Monate Mai 1918 im hydrographischen Zentralbureau vorgelegten Anzeigen, Projekte und konzessionierten Wasserkraftanlagen.

A. Projektierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Konzessionswerber	Bezeichnung der Werksanlage	Beanspruchtes Gefälle: Totales m	Beanspruchtes Gefälle: Nutz- m	Wassermenge: Höchst- s/l	Wassermenge: Mindest- s/l
1	Sazawa	Moldau	Beneschau Böhmen	Landesverwaltungskommission des Königreiches Böhm.	Hydroelektr. Kraftanlage	13·5	11·0	17 000	3 000
2	Mohrafluß	Oder	Troppau Schlesien	Brankaer Eisenwerke A.-G. in Troppau	Hydroelektr. Kraftanlage	7·74	5·94	5 000	1 500
3	Maltschfluß	Elbe	Krumau Böhmen	Johann Pučegl	Hydroelektr. Kraftanlage	—	4·5	2 000	—
4	Elbefluß	Elbe	Königrätz Böhmen	Johann Stremcha	Mühle*)	—	1·7	1 000	—
5	Nemiljca	Save	Krainburg Krain	Johann Papler	Hydroelektr. Kraftanlage	23·1	22·5	500	300
6	Beraun	Elbe	Rakonitz Böhmen	Josef Čech	Mühle*)	—	2·9	145	—
7	Achensee Seeache	Inn	Schwaz Tirol	Benediktinerstift Fiecht in Stans	Hydroelektr. Kraftanlage	—	403·40	2 000	—
8	Mitterbergbach	Donau	Pöggstall Niederösterreich	August Mistelbacher	Sägewerk*)	10·00	9·50	70	10
9	Stanserbach	Inn	Schwaz Tirol	Benediktinerstift Fiecht bei Schwaz	Hydroelektr. Kraftanlage	230·00	215—230	880	220
10	Kleine Mühl	Donau	Rohrbach Niederösterreich	Alexander Amersdorfer	Elektrizitätswerk	4·18	3·20	1 500	—
11	Hasslacherbach	Drau	Klagenfurt Kärnten	Marie Weber	Säge	42·00	38·00	15	10
12	Moldaufluß	Elbe	Budweis Böhmen	Dr. J. Weltrubsky v. Weltrub	Säge*)	—	1·5	2 050	—
13	Lavant	Drau	Wolfsberg Kärnten	K. k. landespriv. Farben- und Produktenfabrik Kinzlberger & Co. in Prag	Hydroelektr. Kraftanlage	15·12	14·15	12 000	10 000

*) Abänderung.

B. Konzessionierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Gemeinde	Name des Besitzers	Bezeichnung der Werksanlage	Konzessions- bezw. Kollaudierungsurkunde	Bruttoleistung in PS bei: Höchstwasser	Bruttoleistung in PS bei: Minimalwasser
1	Ortsbach	March	Datschitz Mähren	Krahultsch	Schafwollwarenfabrik Brüder Lanner	Hydroelektr. Kraftanlage	Zl. 5103 vom 2. März 1918	52·5	10·5
2	Ottawa	Elbe	Strakonitz Böhmen	Strakonitz	Karl Gelenka, Müller	Mühle	Konz.-Erk. Zl. 7—6/5/6 vom 20. Juli 1917 Koll.-Erk. Zl. 7—191 vom März 1918	23·5	13·00
3	Sazawa	Elbe	Kgl. Weinberge Böh.	Krhanice	L. G. Bondy	Hydroelektr. Kraftanlage	Zl. 7—718/7 ex 17 Konz.-Erk. v. 14. März 1917	773	232
4	Triestingfluß	Donau	Baden Nied.-Öst.	Hirtenberg	Fridolin Keller	Hydroelektr. Kraftanlage	Konz.-Erk. Zl. 393/7 B vom 26. März 1918	116·6	—
5	Lambach	Donau	Kirchdorf Ob.-Öst.	Windischgarsten	Johann Dorrer	Sägewerk	—	56·00	—

Digitized by Google

Literatur.

Das Recht des Coupons. Von Dr. Heinrich Schreiber. Wien 1918. Manzscher Verlag.

Den früheren Studien über „Das Aktiennominale" und „Das Aktienformulare" läßt Dr. Heinrich Schreiber in organischer Fortbildung der Themen eine Schrift über „Das Recht des Coupons" folgen. So wohlvertraut das Wesen des Coupons zu sein scheint, weiß der Autor auch diesem Stoffe neue Seiten abzugewinnen und interessante Zusammenhänge bloßzulegen.

Neue Bücher.

2404 **Ahrens, Dr. W.** Altes und Neues aus der Unterhaltungsmathematik. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 5·60.

2405 **Geissler, Dr. Ing. Richard.** Der Schraubenpropeller. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 12.

2406 **Schellewald, Dr. Ing. Max.** Dynamik, Regelung und Dampfverbrauch der Dampfördermaschine. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 6.

2407 **Klingenberg, Prof. Dr. G.** Die Wirtschaftlichkeit von Nebenproduktenanlagen für Kraftwerke. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 2·40.

2408 **Gerbel, Ing. M.** Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie (Abfallenergieverwertung). Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 3.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Kohlensteuer in Ungarn. Die ungarische Regierung hat im Parlament eine Vorlage betreffend die Besteuerung der Kohle eingebracht. Die Vorlage sieht die Besteuerung sowohl der Kohle wie auch von Koks und Briketts nach dem Kohlenwerte vor, und zwar soll die Steuer ebenso wie in Österreich und Deutschland 20% betragen*).

Der ungarische Kohlenverbrauch stellte sich im letzten Friedensjahre nach der „Deutschen Bergwerkszeitung" auf rund 150 Mill. Meterzentner, wovon zirka ein Drittel durch Einfuhr gedeckt werden mußte**). Bei Zugrundelegung eines durchschnittlichen Wertsatzes von K 3 per Meterzentner ergibt sich der Wert mit rund 450 Mill. Kronen, wovon eine 20%ige Steuer 90 Mill. Kronen pro Jahr betragen würde. Nach Abzug der freibleibenden Mengen hofft man, wie auch der Motivenbericht sagt, auf ein Jahresergebnis von 75 bis 80 Mill. Kronen.

Die wesentlichen Bestimmungen des Gesetzentwurfes sind die folgenden: Besteuert wird die im Inland erzeugte Kohle nach dem Verkaufspreis ab Grube. Frei bleiben die für eigene Zwecke sowie die als Deputatkohle verbrauchten Mengen. Der Finanzminister kann im Verordnungswege Steuerbefreiungen und -begünstigungen für den Kohlenverbrauch der Bahnen, der Öl-, Fett- und Waschindustrie sowie der Gaswerke verfügen. Steuerpflichtig ist im Falle der Einfuhr auch die Kohle sowie die aus Stein- und Braunkohle erzeugten Briketts und der Koks. Zur Leistung der Steuer ist derjenige verpflichtet, der sie auf Grund eines Kaufvertrages liefert oder im eigenen Konsum verbraucht oder sonst abtransportiert. Ausländische Kohle wird bei Eintritt in das Geltungsgebiet des Gesetzes steuerpflichtig, und zwar gilt für Einfuhrkohle als Wertbasis der Wert der Einfuhrkohle inklusive Kosten bis zur ungarischen Einfuhrstation. Das Gesetz wird auch für Kroatien gelten und ist in dem Entwurf mit dem 31. Juli 1920 befristet.

*) E. u. M. 1917, Anzeiger, Seite 98. — E. u. M. 1918, Anzeiger, Seiten 57, 62.

**) E. u. M. 1917, Anzeiger, Seite 71.

Firmennachrichten.

Elektrische Glühlampenfabrik „Watt" A. G. Wien. Prokura wurde dem Direktor Bela Friedmann in Wien erteilt.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Marco Levi Kiezaptchioglou,
Konstantinopel-Galata
Camondo Ladjivert Han Nr. 5
sucht die Alleinvertretung für die ganze Türkei bedeutender Firmen in elektrotechnischen Artikeln und kauft gleichzeitig für eigene Rechnung.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

EISENDRAHT
verzinkt,
papierisoliert II, 1·0, 1·5 und 2·5 mm², liefert billigst prompt
KÉLÉR és MECHNER, BUDAPEST
VI, Kiraly-u. 108.

A. E. G.-Union Elektrizitäts-Gesellschaft, Wien. Prokura wurde dem Ingenieur Ladislaus Verebely erteilt.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

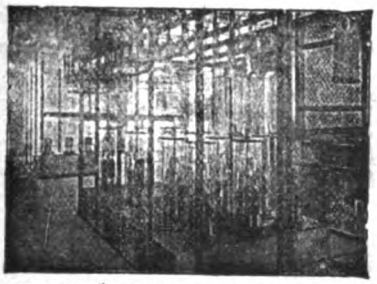
Gablonzer Straßenbahn- und Elektricitäts-Gesellschaft. In den vorhergegangenen Jahren 1914 bis 1916 hat das Unternehmen unter den durch den Krieg hervorgerufenen Verhältnissen in außerordentlicher Weise gelitten; im abgelaufenen Geschäftsjahre 1917 kann aber erfreulicherweise, wenigstens was die Einnahmen und das erzielte Bruttoerträgnis anbelangt, eine ziemlich bedeutende Änderung im günstigen Sinne verzeichnet werden. Die Benutzung der Bahn und ebenso die Einnahmen sind gegenüber dem Vorjahre bedeutend gestiegen. Die sich aus dem Kartenverkauf ergebende Anzahl der Fahrgäste hat 1 717 072 (965 514) betragen, wobei wie bisher Rückfahrkarten nur einfach gerechnet, Fahrten auf Dauerkarten schätzungsweise, Freifahrten hingegen überhaupt nicht berücksichtigt wurden. Die Fahrgeldeinnahmen betrugen insgesamt K 555 491 (277 140); sie wurden einerseits durch die größere Benutzung, andererseits durch die beiden am 1. März und 1. November 1917 eingeführten Erhöhungen des Personentarifes günstig beeinflußt. Die Fahrleistung hat insgesamt 509 201 (400 549) Personenwagenkilometer betragen. Die wagenkilometrische Einnahme betrug für alle Strecken zusammengenommen im Jahresmittel 109·09 (69·19) Heller; die Betriebskosten für einen Personenwagen-Rechnungskilometer belaufen sich nach Ausscheidung der Kosten des Güterbetriebes auf ungefähr 57·86 (57·31) Heller. Auch die Ergebnisse des Güterverkehres haben sich günstiger gestaltet; bei einer Fahrleistung von 91 314 (87 221) Güterfahrbetriebsmittelkilometern und einem beförderten Güter-Nettogewicht von 29 894 (25 251) t hat die erzielte Einnahme K 164 148 (103 789) betragen. Die bei einer Gesamtfahrleistung von 600 515 (487 770) Fahrbetriebsmittelkilometern zuzüglich der Nebeneinnahmen von K 13 609 erzielte Gesamteinnahme hat K 733 248 (393 766) betragen, welcher Bahnbetriebsausgaben von insgesamt K 348 484 (277 336) gegenüberstehen. Die Einnahmen aus Stromabgabe haben K 31 554, die Ausgaben K 26 543 bei einer abgegebenen nutzbaren Strommenge von 112 624 (80 225) kWh betragen; die durchschnittliche Vollbelastungslaufdauer der angeschlossenen Motore belief sich auf 467 (306) h. Zu Ende des Jahres 1917 waren 81 Elektromotore und Ventilatoren von zusammen ungefähr 309 eff. PS-Leistung oder rund 278 (284) kW-Gesamtverbrauchseffekt angeschlossen. Aus dem Erneuerungsfonds wurden im abgelaufenen Geschäftsjahre K 15 740 entnommen; der Stand des Fonds zu Ende 1917 beträgt K 232 528. Im Jahre 1917 wurde insgesamt ein Betriebsüberschuß von K 390 568 erzielt. Nach Deckung der Schuldzinsen verbleibt ein Bruttoüberschuß von K 241 556, von dem K 120 000 dem Erneuerungsfonds und K 10 000 dem Pensionsfonds zugewiesen werden. Als Valutareserve werden K 30 000 bestimmt. Für 3% Dividende auf 6087 Aktien werden K 73 044 ausgeschüttet und als Vortrag auf neue Rechnung gelangen K 8512.

A.-G. Körtings Elektrizitäts-Werke in Berlin. Die Verwaltung schlägt nach B. B. C. für das Geschäftsjahr 1917/18 die Ausschüttung von 4% Dividende, wie in den drei Vorjahren, vor. Der Abschluß stellt sich wie folgt dar:

	Mk.
Betriebseinnahmen	1 670 974
Unkosten	1 035 166
Abschreibungen und Überw.	497 923
Reingewinn	137 885
dto. einschließlich Vortrag	201 836
Dividende	120 000
Gratifikationen	—
Vortrag	81 836
In der Bilanz erscheinen u. a.:	
Konto der Elektrizitätswerke	8 335 368
Vorräte	432 173
Kasse	34 576
Debitoren	526 846
Effekten	10 559
Kreditoren	564 995

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Oberspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Alleinvertretung für Österreich-Ungarn

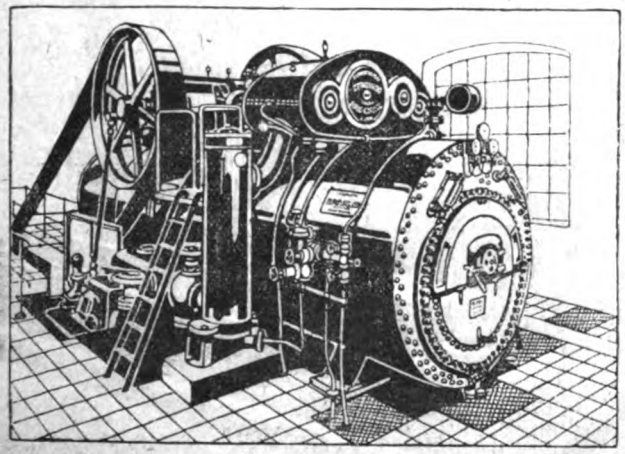
von deutscher Spezialfabrik für Sicherungsstöpsel

zu vergeben, 2252

die einen neuen Dauer-Sicherungsstöpsel mit großer Absatzmöglichkeit auf den Markt bringt. Angebote gut organisierter Großfirmen der Elektrotechnik unter „A. 2252" an die Geschäftsstelle dieser Zeitschrift.

Elektromotore und Dynamomaschinen

Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.



Aktiengesellschaft für Maschinenbau

vorm. BRAND & LHUILLIER in Brünn

Lokomobilen, fahrbar und stationär. liefert

Hocheffekt-Dampfmaschinen.

Schnellaufende Dampfmaschinen (Kapseltype) für elektrische Zentralen.

Burkhardtkessel (Patent). Bei hoher Spannung größtmöglichste Dampferzeugung, bezogen auf den Boden-Quadratmeter, für große Zentralen besonders geeignet.

Sicherheits-Doppeldampfraum-Kessel mit gemeinsamem Wasserraum, System „Bul" (Patent).

Dampfkessel aller Systeme.

Ekonomiser, Temperaturregler (Patent), Dampfüberhitzer, Transmissionen, Rohrwerkstätte etc. etc.

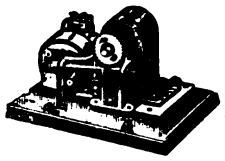
Laut Geschäftsbericht haben sich die Schwierigkeiten in der Aufrechterhaltung der Betriebe im abgelaufenen Geschäftsjahr weiter verstärkt, ohne daß zurzeit Aussicht auf Besserung der Verhältnisse vorhanden ist. Es ist gelungen bei allen Werken mit nur einer Ausnahme auf gütlichem Wege eine, wenn auch nur geringe Erhöhung der vertraglichen Strompreise zu erreichen. Die hiedurch erzielten Mehreinnahmen konnten jedoch nur einen geringen Teil der seit Kriegsbeginn entstandenen Verteuerung der Erzeugung elektrischer Arbeit decken. Infolge des Mangels an eingearbeitetem Personal und infolge der Verwendung minderwertiger Betriebsmaterialien traten in verschiedenen Werken größere Maschinenzerstörungen ein. Auch sonst war es nicht möglich, die laufenden Reparaturen in der gewohnten Weise auszuführen. Für diese noch nicht erledigten Arbeiten mußte ein Betrag von Mk. 100 000 einem Sonderkonto überwiesen werden. Trotz geringerer Stromerzeugung ist durch die weitere Preissteigerung für Betriebsmaterialien usw. eine beträchtliche Erhöhung des „Betriebs- und Allg. Unkostenkontos" eingetreten.

Niederrheinische Licht- und Kraftwerke A.-G. in Rheydt. Diese zum Konzern der Deutschen Continentalen Gasgesellschaft in Dessau gehörende Gesellschaft erzielte laut B. B. C. in dem am 31. März beendeten Geschäftsjahr 1917/18 einen Reingewinn von Mk. 728 037 (i. V. Mk. 538 935). Hievon sollen dem Erneuerungsfonds Mk. 302 293 (Mk. 200 000), dem Reservefonds Mk. 19 861 (Mk. 14 758) überwiesen, als Tantieme Mk. 20 775 (Mk. 15 666) gezahlt, 4·5% (3·5%) Dividende gleich Mk. 360 000 (Mk. 280 000) verteilt und Mk. 25 106 (Mk. 28 510) auf neue Rechnung vorgetragen werden. Wie die Verwaltung mitteilt, hängen die zukünftigen Aussichten ganz davon ab, wie sich die Verkaufspreise für Strom, Gas und Wasser gestalten werden. Ob der Krieg bald oder später zu Ende gehe, alle Unkosten blieben auf jeden Fall dauernd hoch. Auch den Gas- und Stromunternehmungen, die nicht im Eigenbesitz der versorgten Gemeinden stehen, sollte von letzteren eine entsprechende ausreichende Tariferhöhung trotz bestehender Verträge eingeräumt werden.

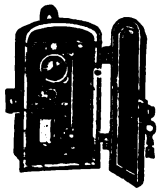
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenzer



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

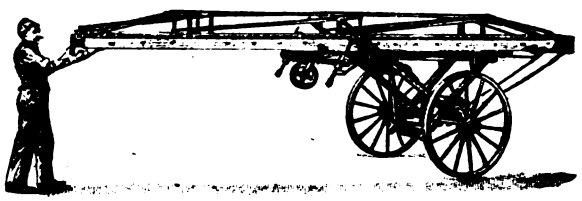
Für Österreich: **Dr. Paul Hollitscher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Pesenmeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m
„ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



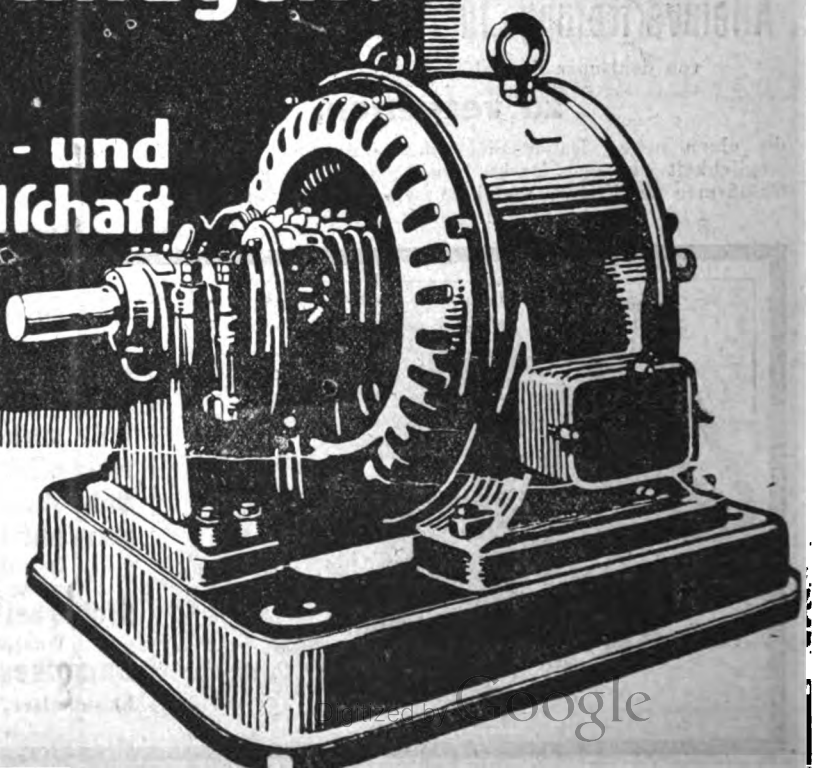
Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 18. August **ANZEIGER** 1918 — Heft 33

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Regulierapparate für die Elektromotoren von Schnellpressen. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Firmennachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Regulierapparate für die Elektromotoren von Schnellpressen.

Der Betrieb der Schnellpressen erfordert sanftes, nicht stoßweises Anlassen. Das Drehmoment des Motors muß also allmählich gesteigert werden. Das Abstellen des Motors wieder muß sofort, wenn erforderlich, erfolgen können. Es muß ferner die Möglichkeit gegeben sein, rasch die Drehrichtung der Maschine zu ändern. Die Problemstellung umfaßt ferner das automatische Abstellen der Presse, wobei durch eine Bremse die Maschine rasch stillgesetzt wird, nachdem der Antrieb ausgeschaltet ist. Endlich ist es erforderlich, die Drehzahl der Presse in den Grenzen der höchsten und der halben Drehzahl feinstufig zu regeln.

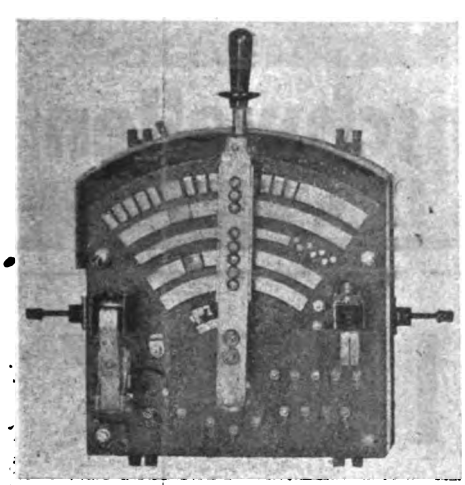


Abb. 1.

Es ist klar, daß ein Regulierapparat, der alle diese Bedingungen erfüllt, besondere konstruktive Merkmale aufweisen muß. Die Einrichtung solcher Regler der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft beschreibt P. Weiske in den „AEG-Mitteilungen" vom Juli d. J.

Der Schnellpressenregulieranlasser für Gleichstrom nach der Abb. 1 ist für eine Leistung von 5 PS bestimmt; er ermöglicht die Geschwindigkeit durch Feldregelung um 25 bis 100% zu ändern; ferner kann auch eine Hauptstromregelung bei konstantem Drehmoment für 25 oder 50% vorgesehen sein. Zu beiden Seiten des Anlassers sind die selbsttätigen Ausschalter, die bei Überlastung des Motors und beim Ausbleiben der Spannung in Tätigkeit treten. Ein besonderes Ein- und Auslegen von Hand ist überflüssig, weil sie beim Ein- und Ausschalten mit der Handkurbel betätigt werden.

Für die Reversierung des Motors sind die auf der linken Seite des Anlassers ersichtlichen Kontakte und Schienen vorgesehen. Um zu vermeiden, daß bei einem Zurückreißen der Handkurbel die Nullstellung überschritten wird, ist die in der Abbildung oben erkennbare mechanische Sperrung vorgesehen. Soll über die Nullstellung hinausgegangen werden, so ist erst der kleine Hebel von Hand herüberzulegen, wodurch die Sperrung aufgehoben wird. Die Kontaktzahl selbst für die Reversierung ist geringer gewählt, da das Rückwärtsfahren nur selten und für einen Augenblick erforderlich ist. Eine Zwischenstellung der Kontaktkurbel zwischen den einzelnen Kontakten der Stufen ist nach Möglichkeit dadurch vermieden, daß die einzelnen Stellungen markiert sind. Zu diesem Zwecke ist an der Kurbel ein federnder Stift angebracht, der in entsprechende Löcher des Anlasserrahmens einspringt.

Da die Regulieranlasser bei dem Einrichten der Schnellpresse sehr häufig ein- und ausgeschaltet werden, so ist stets mit einem gewissen Verschleiß der Kontakte zu rechnen. Trotzdem die Kontakte der Anlasser reichlich dimensioniert werden, ist bei der Konstruktion darauf Rücksicht genommen, daß dieselben leicht und bequem durch Lösen zweier Schrauben ausgewechselt werden können. Die Anbringung des Handgriffes ist so vorgenommen, daß dieser das Bedienungspersonal nicht behindert.

Die Auslösung der oben erwähnten selbsttätigen Schalter kann von verschiedenen Stellen der Maschine aus durch Druckknöpfe erfolgen. So zum Beispiel ist es erforderlich, die fast an jeder Schnellpresse vorhandene mechanische Bremse mit einer Anschlagfeder zu versehen, die beim Anziehen einen derartigen Druckknopf niederdrückt, so daß also erst die Ausschaltung des elektrischen Antriebes und darauffolgend die mechanische Bremsung erfolgt. Durch diese Ausführung der Anlasser ist die Bedienung soweit wie möglich vereinfacht und ein Versehen des Personals nicht mehr möglich, das infolgedessen seine volle Aufmerksamkeit auf den eigentlichen Arbeitsprozeß verwenden kann.

Die direkte mechanische Verbindung des Regulieranlassers mit dem Bremsgestänge hat gegenüber der elektrischen Verriegelung den Nachteil, daß ein Ecken und Kanten des Gestänges bei dem erforderlichen starken Druck für das Bremsen nicht zu vermeiden ist. Außerdem sind in dem Gestänge viele Reibungsstellen vorhanden, die das erforderliche Gefühl für die Bedienung des Regulierapparates verhindern. Infolgedessen ist es nicht zu umgehen, daß die Anlasserkurbel zwischen zwei Kontakten stehen bleiben kann, was ein schnelles Verschmoren der Kontakte zur Folge haben würde. Diese Ausführung sollte man daher, wenn irgend möglich, vermeiden.

Für Drehstrom wird ein ähnlicher Apparat gebaut, jedoch ist es hier noch erforderlich, den Stator besonders abzuschalten. Hiezu wird an dem Anlaßapparat, wie die Abb. 2 zeigt, ein Walzenschalter vorgesehen. Dieser ist derartig mit dem Minimalschütz verbunden,

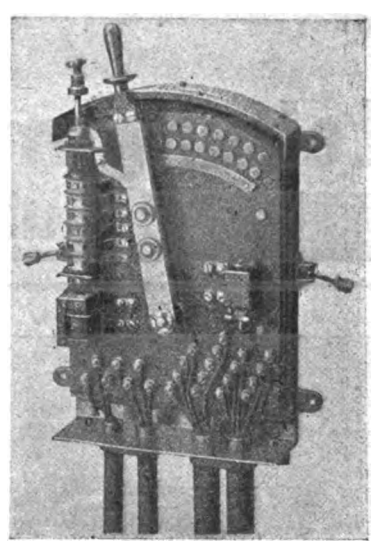


Abb. 2.

daß bei dessen Ausschalten, zum Beispiel mittels Druckknopfes, eine Verriegelung freigegeben und der Schalter durch eine Feder in die Nullstellung gebracht wird. Außerdem kann mittels des Walzenschalters die Drehrichtung des Motors umgekehrt werden, und zwar ist dies nur in der Nullstellung des Anlassers möglich, so daß ein Versehen ausgeschlossen ist. Für diese Apparate wird normal eine Rotorregulierung von 50% berücksichtigt.

Auch der elektrischen Bremsung der Maschinen kann Rechnung getragen werden, indem man die Bremsbacken durch einen Elektromagneten betätigen läßt, der durch die obengenannten selbsttätigen Schalter gleichzeitig ein- und ausgeschaltet wird.

Rundschau.

Elektrische Überlandbahn im mitteldeutschen Braunkohlengebiet. Die 1908 einsetzende Ausbeute der Braunkohlenfelder zwischen Merseburg und Mücheln brachte die Notwendigkeit mit sich, den bisher von der Staatsbahn bestrittenen Verkehr zwischen diesen beiden Städten zu verbessern und weiter auszugestalten. Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft hat demnach im Jahre 1913 die Merseburger Überlandbahnen A.-G. ins Leben gerufen zum Bau und Betrieb einer elektrischen Bahn zwischen wir in den „AEG-Mitteilungen" vom Juli d. J. lesen, am 5. Februar d. J. eröffnet worden.

Die meterspurige Bahn, 17·5 km lang, beginnt in Merseburg unweit dem Endpunkt der Schnellbahn Halle—Merseburg und führt, größtenteils auf eigenem Bahnkörper an die Hauptstrecke sich anschmiegend, nach Mücheln. In Mitte des Weges, bei Frankleben, ist der Betriebsbahnhof mit Umformerwerk, Wagenhalle und Werkstätte gelegen. Die Bahn bezieht aus dem 5·5 km entfernten Werk in Lützkendorf Drehstrom von 15 000 V, der in 200 kW-Umformern auf 600 V Gleichstrom umgeformt wird; der Jahresverbrauch bei 5 bis 100 kW. Der Wagenkm benötigt 0·92 kWh.

Die Fahrdrähte sind doppelt geführt und haben 80 mm² Querschnitt, Speiseleitungen sind nicht verlegt worden. Es verkehren 12 t schwere Triebwagen und 8 t Anhängewagen mit max 30 km/h; bei 18 km/h mittlerer Geschwindigkeit dauert die Fahrt 1 h. Die Motorwagen erhielten zwei Motoren zu je 50 PS.

Elektrizitätsversorgung in Norwegen. Der erst langsamen Entwicklung des Elektrizitätsverbrauches in Norwegen ist in letzterer Zeit ein schnelleres Anwachsen gefolgt. Wie

wegischen Elektrizitätsvereinigung entnimmt, hat sich die Leistungsfähigkeit der Maschinen in den letzten zehn Jahren verzehnfacht; sie beträgt gegenwärtig bei 1 Mill. kW. Rund gerechnet kann man eine 32kerzige Lampe für jeden Einwohner annehmen, das ist siebenmal soviel wie vor zehn Jahren. Die Gemeinde und der Staat kaufen alle verfügbaren Wasserkräfte auf. Die Anlagekosten sämtlicher Elektrizitätswerke werden bei K 250 pro kW mit 250 Mill. Kronen geschätzt, die Kosten der Verteilungsanlage mit 150 Mill. Kronen. Gegenwärtig werden im Jahr 2500 Mill. kWh erzeugt. An ihrer Stelle müßten bei fehlender Elektrisierung 1·5 Mill. t Kohlen treten, das macht bei 20 Kronen pro t allein 30 Mill. Kronen Ersparnis aus, bei den gegenwärtigen Kohlenpreisen wird jedoch das Zehnfache erspart.

Wirtschaftliche Nachrichten.

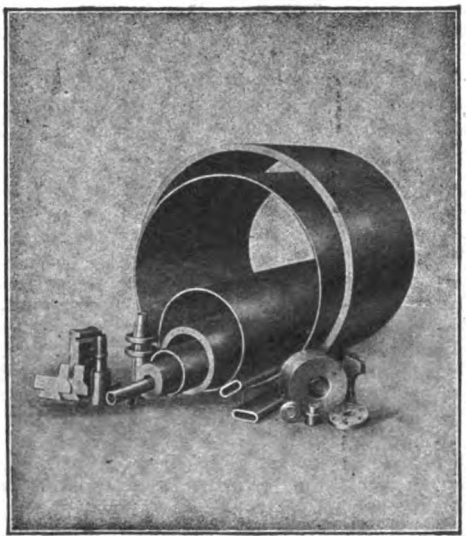
Firmennachrichten.

R. Wolf A.-G. Magdeburg-Buckau. Wie der „B. B. C." mitteilt, wurde in der ordentlichen Generalversammlung die Dividende auf 18% festgesetzt. Der Vorsitzende bemerkte, daß die Beschäftigung des Werkes weiter sehr gut sei. Die Nachfrage nach Dampfpflügen sei außerordentlich groß. In besonderem Maße wende sich das Werk dem Bau von Straßenzugmaschinen zu, die heute zwar nur der Staat bezieht, die nach dem Kriege aber auch in der Friedenswirtschaft dauernden Absatz finden werden. Die Aussichten sollen jedenfalls sehr zufriedenstellend sein und auch im neuen Geschäftsjahr sei auf einen guten Gewinn zu rechnen.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Tramway- und Elektrizitäts-Gesellschaft Linz-Urfahr. Auch das abgelaufene Betriebsjahr stand im Zeichen der Fortdauer des Weltkrieges, dessen Wirkungen alle Betriebszweige stark beeinflußten. Durch die Außerbetriebsetzung mehrerer hundert Beleuchtungsanlagen, Stilllegung vieler kleingewerblicher Motoren infolge Einberufung der Gewerbeinhaber zum Kriegsdienst und durch die staatlichen Einschränkungen des Stromverbrauches, sowie durch unzureichende Stromlieferung sind die Leistungsergebnisse des Licht- und Kraftgeschäftes gegen das Vorjahr zurückgegangen. Die Stromabgabe weist daher im Berichtsjahr zum ersten Male einen Rückgang gegenüber dem Vorjahre auf, sie hat 11 919 399 kWh gegenüber 12 161 408 im Vorjahr betragen. Neu wurden 512 Beleuchtungsanlagen und 60 Erweiterungen mit insgesamt 3600 Glühlampen und 166 Motoren mit 836 PS angeschlossen; diese Erweiterungen waren zum größten Teile für öffentliche und militärische Betriebe bestimmt. Die Straßenbahnen und die Bergbahn weisen einen gewaltigen Verkehrsaufschwung auf. Die Betriebsausgaben haben wieder eine gewaltige Steigerung erfahren, die Betriebs- und Verbrauchsmaterialien werden immer teurer, ihre Qualität wird immer schlechter, wodurch sich der Verbrauch vergrößert und die Instandhaltung verteuert. Die Ausgaben für Gehalte, Löhne und Steuern sind ebenfalls bedeutend gestiegen. Die zahlreichen fortlaufenden Einberufungen für Kriegsdienstleistung sowie die immer weitere Ausbreitung der Verwendung weiblicher Bediensteter erhöhen die Personalaufwendungen sehr bedeutend. Ende 1917 wurden insgesamt 469 Angestellte (i. V. 420) beschäftigt, hievon waren 233 weibliche Angestellte (i. V. 200). Unter dem Titel Kriegsaufwendungen, wie Unterstützungen an die Familien eingerückter Angestellter und für alle Arten Kriegsfürsorgezwecke wurden K 87 416 verausgabt (i. V. K 58 914). Für Teuerungszulagen an alle Angestellte wurden K 103 213 (i. V. K 46 113) verausgabt. Für die VI. und VII. Kriegsanleihe wurden K 600 000 gezeichnet; mit den bereits früher gezeichneten I. bis V. und den übernommenen Kriegsanleihen erreichte der Gesamtbestand an Kriegsanleihe die Gesamthöhe von K 1 769 000. Hievon entfallen K 217 000 auf den Pensionsfonds der Gesellschaft. An vertragsmäßigen Abgaben an Städte und Ort-

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

schaften, welche mit Strom versorgt werden, wurden K 120 611 (K 94 224) bezahlt. Für den Pensionsfond wurden K 31 496 (i. V. K 30 074) verausgabt, dieser Fonds erreichte eine Höhe von K 84 974 (i. V. K 73 921). Die Umgestaltungsarbeiten für die Spannungserhöhung von 25 000 auf 45 000 V für die Fernleitungen Linz—Wels und Wels—Traunfallwerke sind noch immer nicht vollendet; sie werden, falls nicht unerwartete Hindernisse eintreten, im Sommer 1918 beendigt werden. Das Ergebnis der Elektrizitätswerke in Steyr, bei der die Gesellschaft beteiligt ist, war im abgelaufenen Jahre ein angemessenes. Durch größtmöglichste Ausnutzung aller Betriebseinrichtungen wurde es möglich, die Ausschüttung einer 8%igen Dividende vorzuschlagen. Der im Jahre 1917 erzielte Reingewinn beträgt K 802 552, der wie folgt, zur Verteilung gelangt: zur Tilgung von 79 Prioritätsaktien à K 400 K 31 600 und zur Ansammlung eines Kapitaltilgungsfonds = K 45 000, eine Dividende von 5% oder per Aktie K 20 = K 356 560 und auf die im Umlaufe befindlichen 1047 Stück Genußscheine eine Superdividende von 1% = K 4 K 4188. Nach Abzug des Vortrages vom Vorjahre per K 69 437 verbleiben K 295 767, hievon erfolgt die statutenmäßige Dotierung des Reservefonds mit 10% = K 29 577 und mit 10% als Tantieme für den Verwaltungsrat K 29 577, von dem Rest eine weitere Superdividende von 3% K 226 500 und K 79 551 auf neue Rechnung.

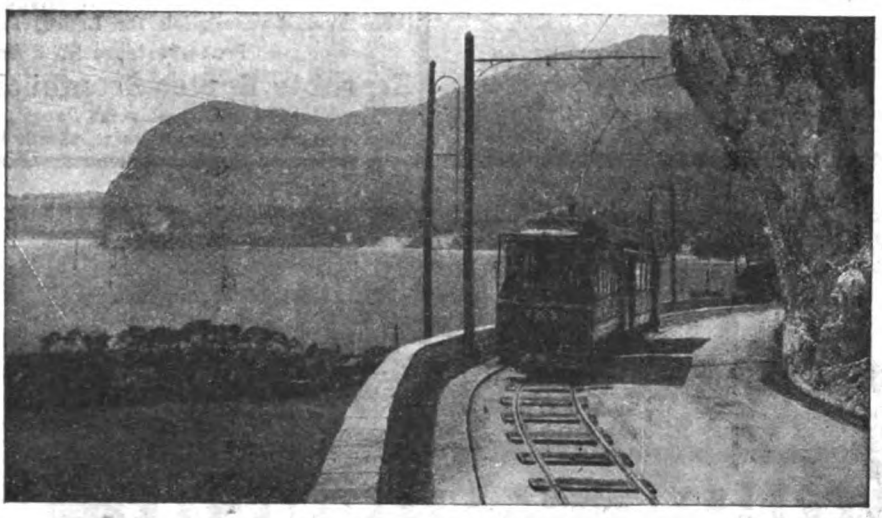
Elektrische Kleinbahn Meran-Umgebung und von Meran nach Obermais. Dem Betriebsberichte zufolge betrugen im Geschäftsjahre 1916/17 die Betriebseinnahmen K 144 299 (i. V. K 104 091), die Betriebsausgaben K 119 883 (K 114 638), so daß sich ein Betriebsüberschuß von K 24 346 (i. V. ein Betriebsabgang von K 10 546) ergab. Abzüglich der Abschreibungen in der Höhe von K 25 389 (K 15 685) betrug der (gesamte) Verlust K 1043 (K 26 232).

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft. In der kürzlichen Aufsichtsratssitzung der Gesellschaft, über die wir bereits berichteten, wurde auch über die recht erheblichen Bruttoergebnisse berichtet, auf Grund welcher man in Börsenkreisen hofft, daß die Dividende sich dem Friedensstande von 14% diesmal ziemlich weit oder vollends nähern werde. Die Gesellschaft beteiligt sich zusammen mit dem Felten-Guilleaume-Carlswerk und dem Stahlwerk Lindenberg sowie mit anderen Montanwerken an gewissen in Lothringen zur Aufteilung kommenden Erz- und Hüttenwerkinteressen, zu welchem Zwecke laut „Fft. Z." eine in den Reichslanden zu konzessionierende Aktiengesellschaft mit 10 bis 12 Mill. Mark Grundkapital vorbereitet wird.

Accumulatoren-Fabrik A.-G. in Berlin-Hagen i. Westf. Die kürzlich stattgefundene ordentliche Generalversammlung, in der ein Kapital von Mk. 3 913 000 vertreten war, genehmigte die Jahresrechnung für 1917, erteilte die Entlastung und setzte die sofort zahlbare Dividende auf 25% fest. Über die Aussichten für das neue Jahr machte die Verwaltung keine Mitteilungen. Die anschließende außerordentliche Generalversammlung genehmigte die vorgeschlagenen Abänderungen des Statuts. Diese betrafen meist nur die Fassung der Satzungen, nur im § 2 wird der Zweck der Gesellschaft nunmehr wie folgt bestimmt: Die Herstellung und der Vertrieb elektrischer Accumulatoren sowie jede sonstige gewerbliche Betätigung auf dem Gebiete der Elektrotechnik und des Maschinenbaues.

Metallbericht. Die Erhöhung der amerikanischen Stahlproduktion bildet gegenwärtig eine der größten Sorgen der Regierung der Vereinigten Staaten und der beteiligten Industrie, hängt doch von der befriedigenden Lösung dieser Frage die Energie der Kriegführung ab. Während trotz des großartigen Eisenbahnnetzes und Binnenschiffahrtsverkehrs des Landes die Beschaffung von Kohle und Koks seit Kriegsbeginn nicht imstande gewesen ist, den gesteigerten Anforderungen zu folgen, gestaltet sich, je mehr die Aushebungen für das Heer fortschreiten,

·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·hiw·



·hiw·
Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).
·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.
Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad

empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.
Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.
Porzellan für technische Zwecke.
Hochspannungs-Prüfstation bis 250000 Volt.
Vertretung für Wien und Niederösterreich:
Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Schalttafelklemmen
(Original Druseidt-Klemmen)
Billigste Bezugsquelle
Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid,

Digitized by Google

die Beschaffung von Arbeitskräften für die Industrie immer schwieriger. Obwohl, seitdem Amerika als Munitionslieferant der Ententestaaten aufgetreten ist, Massen von Arbeitern aus der Landwirtschaft sehr zum Mißvergnügen derselben der höheren Löhne halber in die Schwerindustrie abgeströmt sind, genügt dieser auch ein solcher Zuwachs bei weitem nicht, was aus den kürzlich von uns veröffentlichten rückgängigen Ergebnissen der Stahlproduktion deutlich hervorgeht. Schon jetzt steht dieser feindliche Staat vor der Alternative, entweder weiter zu rekrutieren und die gesamte Produktion weiter zurückgehen zu lassen oder die Einwanderung chinesischer Arbeiter zu betreiben, die früher als nationale Gefahr durch besondere Gesetze bekämpft worden ist. Die Vereinigten Staaten sind trotz einschränkender Verordnungen in den letzten Jahrzehnten noch heute auf die Einwanderung ausländischer Arbeitskräfte angewiesen und das Ausbleiben der erwünschten Immigranten aus Skandinavien und Osteuropa macht sich unweigerlich in ihrer wirtschaftlichen Struktur bemerkbar. Hier liegen daher die Gründe, die zu der Anschauung berechtigen, daß die von den Ententevölkern erwarteten amerikanischen Riesenheere durchaus nicht der Volkszahl des Landes entsprechen werden, wenn auch jetzt schon bei Negern, Mischlingen und Indianern die Werbetrommel gerührt wird. Die Roheisenproduktion im Juli gelang es, sowohl gegen den Vormonat als auch gegen den Juli des Vorjahres, etwas zu steigern, nämlich auf 3 421 000 t gegen 3 324 000 t bezw. 3 342 000 t. Dagegen war der Tagesdurchschnitt mit 113 000 t gegen denjenigen des Juni mit 114 009 t geringer, jedoch höher als der Tagesdurchschnitt des Juli 1917, der nur 108 000 t betrug. Im Betriebe waren 364 Hochöfen gegen 355 im Vormonat und 351 im Juni 1917.

Die Eisenindustrie Europas arbeitete intensiv, aber unter den eben erwähnten Fabrikationsschwierigkeiten; nur daß diese angesichts der längeren Kriegsdauer sich noch viel schärfer bemerkbar machen als in Amerika. Von einem eigentlichen Marktverkehr kann angesichts der staatlichen Kontrolle kaum noch die Rede sein. *Lp.*

E. JORDAN

KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.

WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115 a 7

Telegramme „INGOR" Fernruf 35.255

Vollständige Kinoeinrichtungen.

Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Chemische und Packungsfabrik

Georg Eppler, Bodenbach 7

Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 44

stets prompt lieferbar:

Eisenkitt Ferrolit

mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar

Isolatoren- und Transformatorenkitt

Porzellankitt, Marmorkitt.

Ia. schwed. Riemenschmiere

(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Kunstgummi.

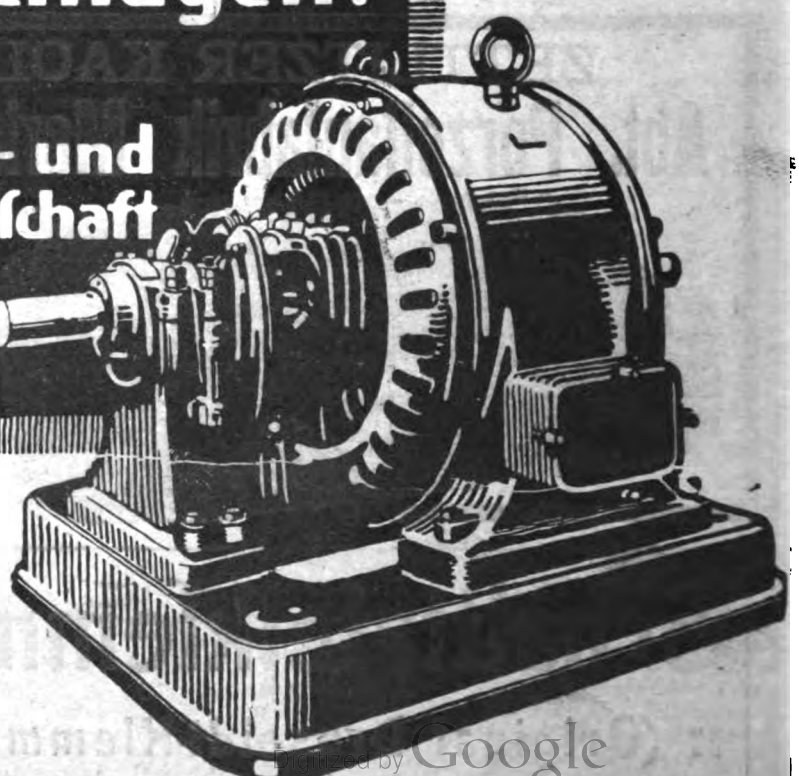
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.

Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen

für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Elektrische Maschinen aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**

Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:

WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 1. September **ANZEIGER** 1918 — Heft 35

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Innsbrucker Elektrizitätswerke. Entstehung und Entwicklung. Von Hans v. Hellrigl. — Wirtschaftliche Nachrichten. — Metallbericht.

Die Innsbrucker Elektrizitätswerke.

Entstehung und Entwicklung.

Von **Hans v. Hellrigl.**

I. Das Mühlauerwerk.

Der Plan zu einem Wasserkraftwerke bei Innsbruck ist vor 30 Jahren zuerst aufgetaucht, als der Besitzer einer Kunstmühle im benachbarten Dorfe Mühlau, etwa 2 bis 3 km von Innsbruck entfernt, damals (1888) bereits seit etwa 2 bis 3 Jahren die elektrische Glühlichtbeleuchtung der Mühle und Wohnräume von der österr. Waffenfabriksgesellschaft in Steyr (mit Glühlampen von Prof. Dr. J. Puluj) eingerichtet hatte. Er ließ nun auch eine elektrische Kraftübertragungsanlage (50 PS-Turbine, Dynamo und Motor von Brown) von der Maschinenfabrik Oerlikon (bei Zürich) bauen.

Bei Herstellung dieser neuen Einrichtung erkannten die den Turbinenbau ausführenden Fachmänner der Firma Ganz & Co., Budapest, sofort, daß da eine Wasserkraft vorhanden ist, die äußerst vorteilhaft zwecks elektrischer Beleuchtung und Kraftübertragung für die nahe gelegene Stadt Innsbruck ausgenutzt werden kann. Der Sommer und Winter eine ziemlich bedeutende Wassermenge führende sogenannte Wurmbach oder Mühlauerbach, um den es sich da handelte, entspringt in vielen Quellen am Südabhange der Nordtiroler Kalkalpen, der sogenannten Nordkette, unterhalb der sogenannten „Arzler Scharte" in etwa 1100 m Seehöhe, stellt schon beim Ursprunge eine sehr beachtenswerte Wasserkraft vor, durchrauscht im Oberlaufe streckenweise in prächtigen Kaskaden eine malerische Schlucht, die sogenannte „Mühlauer Klamm" und mündet nach kaum 5 km langem Lauf in den Inn an der Grenze zwischen Ober- und Unterinntal nordöstlich von Innsbruck. Dieser Bach war bis dahin im Ober- bis zum Mittellaufe noch gar nicht und im Unterlaufe noch verhältnismäßig wenig ausgenutzt, was den Plan zum Baue eines größeren Elektrizitätswerkes nur außerordentlich begünstigen konnte.

Es war gelungen, die Augsburger Gasindustrie-Gesellschaft, die Besitzer des Innsbrucker Gaswerkes für die angeregte Sache zu gewinnen, worauf dann alsbald von Ganz & Co., Budapest, zur Durchführung des gemeinschaftlichen Unternehmens, als eines der ersten größeren Wechselstromanlagen damaliger Zeit, geschritten wurde.

Damit ist das sogenannte „Mühlauerwerk" der heutigen Innsbrucker Elektrizitätswerke zu einer Zeit entstanden, als noch kein solches Werk in ganz Tirol existierte und ein ähnliches nur zur selben Zeit in Trient mit dem 1890 fertiggestellten sogenannten Fersinawerk geplant war.

Im Mittellaufe des Baches wurde zur Fassung einer durchschnittlichen, zu jeder Jahreszeit vorhandenen Wassermenge von 500 s/l im Maximum eine Wehr- und Schleusenanlage gebaut; die 400 m lange Rohrleitung (anschließendes 750 mm-Flanschenrohr, auslaufend in zwei je 350 mm-Muffenrohrstücke und einem 450 bis 350 mm-Verteilungsrohr mit 5 Anschlüssen vorgesehen), zum Teile in Stollen geführt, ergaben in der 120 m tiefer liegenden oberhalb der sogenannten Schweinsbrücke erbauten Zentrale, für die der Platz am linken Bachufer förmlich abgezwungen werden mußte, ein ausnutzbares Gefälle von 117 m.

Die erste Maschinenanlage bestand aus nur zwei 150 PS-Girard-Turbinen in direkter Kupplung mit zwei einphasigen Wechselstromgeneratoren zu je 2000 V, 40 A bei 250 U. p. min und mit Riemenantrieb je eine Erregerdynamo 120 V, 60 A bei 700 U. p. min; die anfängliche Leistung war für 2000 Glühlampen à 16 NK ausreichend; die Schalttafel aus Holz war ziemlich primitiv, zur Parallelschaltung war ein Belastungswiderstand von 80 kW erforderlich; die anfänglichen Schwierigkeiten mit der hydraulischen Regulierung wurden durch die Anwendung des Ganzschen Präzisions-Regulators befriedigend behoben.

Auf einer etwa 3 km langen 8 mm-Kupferdrahtleitung mit einem Kabelzwischengliede über die Innkettenbrücke wurden die Hochspannungsströme zur Stadt Innsbruck bis zum Sieberer Waisenhause am sogenannten Saggen geleitet, von da in einem unterirdischen Kabelnetze nach Umwandlung durch Wechselstromtransformatoren Zipernowsky, Déri & Blathy verschiedener Größe und Leistung in Nutzströmen von 100 V zu den Verbrauchstellen verteilt.

Im August 1889 erfolgte die Betriebseröffnung des neugeschaffenen Wasserkraftwerkes mit einer glänzenden Bogenlampenbeleuchtung der Maria Theresienstraße und eines aus 400 Glühlampen bestehenden Doppeladlers am Ferdinandeum in der Museumsstraße. Im ersten Betriebsjahre waren angeschlossen: nahezu 900 Glüh-, 3 Bogenlampen und 2 Motoren (5 und 10 PS) mit fast 52 kW; Höchstbelastung 40 kW, geringste 8 kW.

Der Gemeinderat der tirolischen Landeshauptstadt hatte den im Frühjahr 1890 angetragenen Ankauf des Werkes als unvorteilhaft abgelehnt, dagegen die projektierte Errichtung eines Konkurrenz-Dampfkraftwerkes im Stadtrayon angenommen*); erst nach neuerdings eingeleiteten Unterhandlungen im Jahre 1896 hat die Stadt Innsbruck das Werk angekauft, das am 1. November 1897 in den Eigenbetrieb der Stadt übernommen wurde.

Mittlerweile hatte das Werk eine Erweiterung auf mehr als das Doppelte (500 bis 600 PS) der anfänglichen Leistungsfähigkeit erfahren; 1893 war ein drittes Maschinenaggregat, gleich den anfänglichen zwei ersten und 1895 ein viertes, eine 300 PS-Girard-Turbine in direkter Kupplung mit einen einphasigen Wechselstromgenerator zu 2000 V, 100 A und einer Erregerdynamo aufgestellt und an das Verteilungsrohr angeschlossen worden, bei gleichzeitiger Erhöhung des Belastungswiderstandes auf 200 kW. Da für letzteres in der Zentrale selbst kein Platz mehr vorhanden war, wurde auf den für diese Erweiterung bereits anfänglich frei gemachten anstoßenden Platz ein Zubau aufgeführt, in dem noch für die Aufstellung eines fünften Aggregates Raum vorgesehen wurde.

*) Vgl. „Zeitschrift für Elektrotechnik" (E. u. M.) 1890, Heft VI. Seite 297.

Noch knapp vor dem Verkaufe des Werkes an die Stadt Innsbruck wurde eine zweite Rohrleitung (650 mm-Muffengußrohrstrang) parallel zur ersten gelegt; die vierte Maschine allein brauchte zur vollen Leistung 300 s/l.

Die weitere Entwicklung mit dem Ausbaue des Werkes im Eigenbetriebe der Stadt während der nun verflossenen zwei Jahrzehnte (1897 bis 1918) steht bis und mit dem Entstehen der Sillwerke (1903) im engsten Zusammenhange.

Hiezu sei im vorhinein erwähnt, daß schon 1898 die Hochspannungsleitung zur Stadt teils (Zentrale bis Kettenbrücke) neu trassiert und gebaut (sechs 8 mm-Kupferdrähte), teils durch Kabel ersetzt wurde (Kloster Saggen bis Waisenhaus) und daß auch diese 1898 neu gebaute Leitung durch zwei auf verschiedenen Trassen verlegten Kabelstränge 4×100 mm², davon einer seit Mitte 1916 ersetzt ist.

Eine umfassende Erneuerung und größere Erweiterung des Werkes erfolgte bereits im Laufe der Jahre 1898/99; die ursprünglichen Maschinenaggregate wurden durch stärkere ausgetauscht, eine höhere Gefällsstufe (350 m) mit einer neuen etwa 1400 m langen Zuführungsrohrleitung (500 mm) aus Stahlblech im Anschlusse an den Stollen der Innsbrucker Wasserleitung zwecks Fassung deren überschüssigen Wassers zur Ausnutzung gebracht; ein neuer zweiphasiger Wechselstromgenerator (800 kW) wurde aufgestellt, sowie eine modernisierte Schaltanlage in einem eigenen Anbaue untergebracht. Dem folgte alsbald im Jahre 1901 eine weitere Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Werkes; etwa 120 m bachabwärts davon unterhalb der Schweinsbrücke wurde ein kleineres Hilfswerk erbaut, wo zur Ausnutzung einer neu erworbenen und gewonnenen unteren Gefällsstufe (32 m) ebenfalls ein Zweiphasengenerator (200 kW) zur Aufstellung kam und für ein zweites Maschinenaggregat noch Raum vorgesehen ist; das Hilfswerk ist durch ein Kabel an die Schalttafel des Werkes angeschlossen, von wo aus auch die Fernregulierung erfolgt.

Mit der Aufstellung von neuen Zweiphasen- neben den vorhandenen Einphasengeneratoren war eine dementsprechende Schaltumordnung verbunden und zugleich mit der Trennung der Sammelschienen des Werkes wurde eine Teilung auf zwei Phasen des Stromverteilungs-Kabelnetzes, das im Verlaufe von über einem Jahrzehnt zu einer viel verzweigten Ausdehnung mit gegen 400 Einzeltransformatoren angewachsen war, in Angriff genommen. Nach der Betriebseröffnung der Sillwerke im Jahre 1903 wurde dann dem Mühlauerwerke ein genau begrenzter kleinerer Teil des Kabelnetzes zur Versorgung zugewiesen, sowie eine überhaupt und zur tunlichsten Erhöhung der Betriebssicherheit notwendige Aus- und Umgestaltung der Stromverteilungsanlagen planmäßig eingeleitet und im Jahre 1909 zum vorgesehenen Abschlusse gebracht, worüber weiteres bei den Sillwerken erwähnt werden wird.

Im großen Ganzen erschien bereits im Jahre 1901 mit dem Anschlusse des neu

Digitized by Google

errichteten oberwähnten Hilfswerkes an die Zentrale die tunlichste Entwicklung des Mühlauerwerkes erreicht, was auch das Entstehen der Sillwerke zur Reife brachte, da das fortgesetzt rasch steigende Licht- und Kraftbedürfnis der tirolischen Landeshauptstadt mit Gewalt dazu drängte.

Erst im Jahre 1912 erfolgte ein weiterer Schritt vorwärts, indem die höhere Gefällsstufe (350 m) dahin ausgestaltet wurde, daß im Quellengebiete des Wurmbaches eine ganz neue Wehranlage mit einer Wasserfassung von 550 s/l im Maximum (Bachwasser und Überfallwasser der Innsbrucker Wasserleitung) gebaut wurde. Die oberwähnte Stahlblech-Rohrleitung mußte deshalb vom Wasserleitungsstollen weg und zum etwas höher gelegenen Wasserbehälter der neuen Wehranlage neu verlegt werden, so daß damit nebst einer größeren Menge ausnutzbaren Wassers auch ein etwas größeres Gefälle gewonnen wurde.

Hiezu ist nun die besondere Bauart dieser neuen Wehranlage mit sonstigen Vorkehrungen wegen Schneelawinen erwähnenswert; sie liegt nämlich so hoch (Seehöhe 1042 m), daß die meisten der alljährlich zu gewissen Jahreszeiten oder bei abnormalen Witterungsverhältnissen von der sogenannten „Nordkette“ abgehenden Schneelawinen über das Wehr noch etwa 100 bis 200 m hinausreichen und bis 30 m hoch darüber stehen und so den störungsfreien Betrieb des Werkes durch eine kürzer oder länger dauernde Wasserabsperrung gefährden. Von dem Grundwehr mit grobem Rechen und Schütze ist ein 42 m langer betonierter Leitungskanal am rechten Bachufer seitwärts zu einem kleinen Wasserbehälter mit feinem Rechen, der zugleich als Sandfang dient, geführt, geschützt durch eine darüber gebaute, kleine, lawinensichere Hütte, die jederzeit leicht zugänglich gemacht wurde, indem von der oberen Lawinengrenze (35 m ober der Hütte) ein betonierter Stollen im Tagbau (80 cm breit, 1 m hoch) in kriechender Stellung passierbar zugeführt ist; anderseits führt ein solcher Stollen von der Hütte zum Grundwehr und Wasserfassung, so daß die erforderlichen Arbeiten gegen Wasserabsperrungen durch Schneelawinen zu tunlichst raschem Beginne gesichert sind, ohne erst früher tagelang arbeiten zu müssen, durch den Lawinenschnee durch einen Zugang zur Wehranlage zu schaffen.

Eine bessere Ausnutzung der von dieser höchsten Gefällsstufe verfügbaren Wassermenge wurde schließlich im Jahre 1915 noch dadurch ermöglicht, daß eine 1750 PS-Pelton-Turbine, ausgerüstet mit Doppelregler von Voith als Ersatz einer 1200 PS-Schwamkrug-Turbine*) aufgestellt wurde, was den Ausbau des Werkes bis zum gegenwärtigen Entwicklungsstand vervollständigt. Dieser umfaßt somit im ganzen mit drei Gefällsstufen (360, 120 und 32 m):

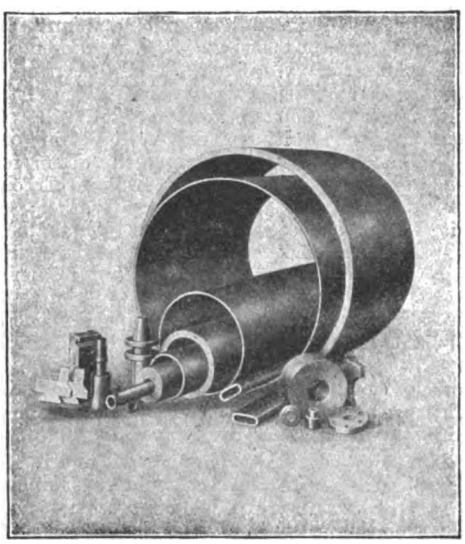
1. an Wasserkraftmaschinen *a*) in der Zentrale: zwei 300 PS-Girard- (175 U. p. min), eine 1200 PS-Girard- und obgenannte 1750 PS-Pelton-Turbine (jede 420 U. p. min); *b*) im Hilfswerke: eine 260 PS-Francis-Spiralturbine (420 U. p. min);

2. an Dynamomaschinen: *a*) in der Zentrale: zwei Einphasen- zu je 200 kVA und zwei Zweiphasen-Wechselstromgeneratoren zu 800 und 1200 kVA; *b*) im Hilfswerke: ein Zweiphasengenerator zu 200 kVA; sämtliche 2000 V, 42 Per/s, mit dem zugehörigen Erregermaschinen in direkter Kupplung mit den Turbinen, also im ganzen fünf komplette Maschinensätze*). Die Gesamtleistungsfähigkeit des Mühlauerwerkes beträgt daher heute 2600 kVA bei effektiv gewonnenen 2600 PS gegen 160 kVA im Jahre 1889. Eine weitere, wenn auch nicht sehr bedeutende Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Werkes scheint noch mit Höherlegung der ursprünglich allein ausgenutzten, heute mittleren Gefällsstufe von 117 m auf 350 bis 360 m in das Quellengebiet des Baches, sowie mit tunlichem Ausbaue des Hilfswerkes im Bereiche der Möglichkeit zu liegen, was auch schon geplant

*) Vgl. E. u M. 1916, Anhang, Seite 151.

*) Vgl. Zeitschrift für Elektrotechnik (E. u. M.) 1903, Heft 5, Seite 72.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

sein soll und in nicht ferner Zeit zur Ausführung gelangen dürfte.

Aus dem Jahresberichte für 1915 ist zu ersehen, daß das Mühlauerwerk an der Kraft- und Lichtlieferung für die elektrischen Anlagen der Stadt Innsbruck mit ungefähr 30% beteiligt war. Mit der Aufstellung der oberwähnten Peltonturbine erscheint die anteilige Leistung des Werkes im sehr bemerkbaren Steigen begriffen; es wurden abgenommen vom Mühlauerwerke im Jahre 1915, 1916 und 1917 4·9, 6·4 und 8·2 Mill. kWh, woraus ohne weiteres die steigende Wertschätzung des Werkes im angepaßten Zusammenarbeiten mit dem großen Sillwerke hervorgeht.

Wirtschaftliche Nachrichten.

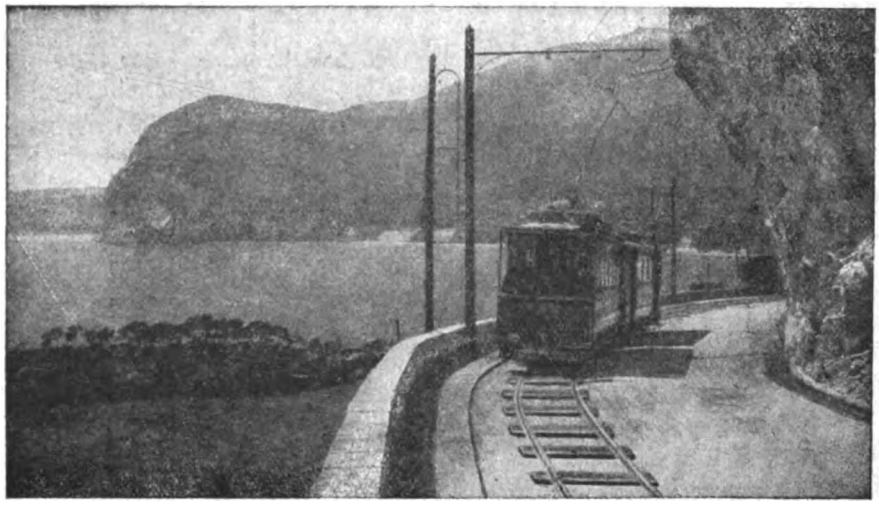
Elektro-Union-Gesellschaft, Wien. Vor einigen Tagen fand die konstituierende Generalversammlung der vorstehenden Gesellschaft statt, die sich den Vertrieb von elektrotechnischen, technischen und einschlägigen Artikeln zur Aufgabe gemacht hat. An die Generalversammlung schloß sich eine Sitzung des neugewählten Aufsichtsrates an, in der Dr. Eugen Mayer zum Vorsitzenden, Emil Honigmann zum Vorsitzenden-Stellvertreter gewählt wurden.

Polnische Gesellschaft für elektrische Unternehmungen. Demnächst soll in Polen eine Aktiengesellschaft gegründet werden, die zur Aufgabe haben wird, städtische und Überlandelektrizitätswerke zu bauen, beziehungsweise auszunutzen, Fabriken für die Erzeugung von elektrischen Maschinen, Apparaten, Leitungen usw. einzurichten, elektrotechnische Bureaus zu unterhalten sowie mit allen elektrotechnischen und technischen Artikeln Handel zu treiben. Diese neue Gesellschaft wird ihre Tätigkeit mit der Übernahme der bereits seit Jahren in Betrieb stehenden Elektrizitätswerke von Kielce und Konsk beginnen.

Gesellschaft für elektrische Beleuchtung vom Jahre 1886 in St. Petersburg. Zur Wahrnehmung der auf Grund der Bestimmungen des deutsch-russischen Friedensvertrages vom 3. März 1918 geltend zu machenden Ersatzansprüche der deutschen Aktionäre der Gesellschaft hat sich unter Beteiligung von Großaktionären, insbesondere der Elektrischen Licht- und Kraftanlagen-A.-G. in Berlin eine Schutzvereinigung deutscher Aktionäre der Gesellschaft gebildet. Es verlautet, schreibt der B. B. C., daß die Anlagen der Gesellschaft trotz der vielfachen Unruhen keinerlei Schaden erlitten haben. Nach dieser Richtung hin dürfte also der Beschluß der revolutionären Regierung, das Unternehmen als Staatseigentum zu erklären, sich als eine zweckentsprechende Maßnahme erwiesen haben. Der Betrieb wird wie vor der Beschlagnahme von dem bisherigen bewährten Personal geleitet, das somit auf seinem Posten bleiben konnte und unter der Staatsaufsicht nicht zu leiden hat. Allerdings geht der Betrieb nun auf Rechnung des Staates, was aber für die Aktionäre darum von nicht sehr weittragender Bedeutung sein dürfte, weil Überschüsse wohl kaum erzielt werden können. Einerseits müssen die Stromerzeugungskosten infolge der Teuerung und den Schwierigkeiten in der Beschaffung der Brennstoffe und der gewaltig gestiegenen Löhne ganz außergewöhnlich gewachsen sein, andererseits dürfte wohl auch der Rückgang im allgemeinen Geschäftsleben und die teilweise Stillegung industrieller Betriebe eine Abnahme im Stromabsatz zur Folge haben. Wesentlich ist wohl zunächst, daß die Anlagen vor Zerstörung bewahrt geblieben sind. In welcher Weise die russische Regierung die Aktionäre für die Enteignung zu entschädigen gedenkt, ist noch nicht bekannt geworden.

Metallbericht. Wir haben wiederholt Veranlassung genommen, die Schwierigkeiten, mit denen die amerikanische Stahl- und Eisenindustrie zu kämpfen hat,

·HIW·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·HIW·



·HIW·
Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).
·HIW·

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.
MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.
ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr. 8

Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS
ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google

an Hand der uns zugänglichen sachlichen Angaben zu beleuchten. So verkehrt es wäre, die uns auf militärischem Gebiete seitens der Vereinigten Staaten drohenden feindlichen Kräfte, zu denen nicht zuletzt ihre Rüstungsindustrie gehört, zu niedrig einzuschätzen, so ist es doch auf der anderen Seite Pflicht, diese Gefahr auf ihr richtiges Maß zurückzuführen. Nahezu 1½ Jahre sind seit der Kriegserklärung der Union an Deutschland verflossen. Damals gingen durch die feindliche und neutrale Presse geradezu phantastische Nachrichten über die ungeheuere Leistungsfähigkeit der amerikanischen Schwerindustrie, namentlich auf dem Gebiete der Munitionsherstellung, des Flugzeugbaues und des Schiffsbaues. Diese Nachrichten fanden auch ihren Weg in unsere Tagesblätter und wurden auch in ernsthaften Kreisen vielfach geglaubt, weil man von jeher gewöhnt war, sich von den Yankees einer besonderen Großzügigkeit zu versehen. Die nackten Tatsachen haben jedoch in keiner Weise den großen Plänen entsprochen. Trotz ungeheuerer Energie und zielbewußter Organisation haben sich auch die Amerikaner dem Umstande beugen müssen, daß der Eintritt in den Krieg eine neue wirtschaftliche Situation mit vorher nicht geahnten Schwierigkeiten gebracht hat. Diese Schwierigkeiten werden sich unseres Erachtens auch durch die schärfsten Maßnahmen staatlicher Hoheit nicht aus dem Wege räumen lassen, sondern voraussichtlich noch verschärfen. So schreibt die New Yorker Fachzeitschrift „Iron Age" in der dritten Augustwoche unter anderem: „Es kommen nicht genug Zufuhren von Kohle und Koks heran, um die Produktion von Roheisen und Stahl weiter zu fördern. Die Transportverhältnisse entsprechen in keiner Weise den großen Anforderungen, die der Krieg stellt."

Der Auftragsbestand beim Stahltrust belief sich am 1. August auf 8 884 000 t gegen 8 919 000 t am 1. Juli dieses Jahres und 10 407 000 t am 1. August 1917, woraus deutlich hervorgeht, daß die amerikanische Eisenindustrie, seitdem die Vereinigten Staaten in den Krieg eingetreten sind, ihre Leistungsfähigkeit nicht nur nicht erhöht hat, sondern den gesteigerten Anforderungen gegenüber geradezu zurückgegangen ist.

In einem späteren Bericht werden wir zeigen, wie dagegen wider alles Erwarten die Eisen- und Metallindustrie Frankreichs trotz der schwierigen Verhältnisse eine wesentliche Kräftigung erfahren hat.

Lp.

E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115 a 7
Telegramme „INGOR" Fernruf 35.255

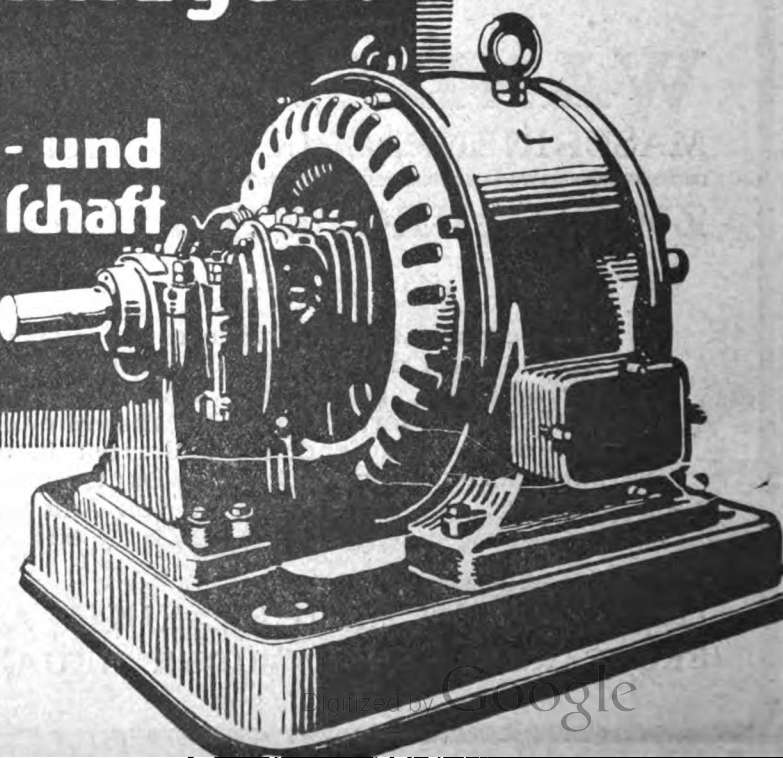
Vollständige Kinoeinrichtungen.

Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Elektrische Maschinen aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 8. September **ANZEIGER** 1918 — Heft 36

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Innsbrucker Elektrizitätswerke. Entstehung und Entwicklung. Von Hans v. Hellrigl (Schluß). — Rundschau.

Die Innsbrucker Elektrizitätswerke.

Von **Hans v. Hellrigl**, Innsbruck.

(Schluß von Heft 35, Seite 143.)

II. Die Sillwerke*).

Das Anwachsen der tirolischen Landeshauptstadt zeitigte noch während des Ausbaues des Mühlauerwerkes den Plan und Entwurf zur Ausnutzung der sozusagen vor der Türe liegenden Wasserkräfte des Sillflusses und nachdem die notwendigen Vorarbeiten und Vorbedingungen zum Entstehen der Sillwerke im Jahre 1900 von der Stadt eingeleitet, erworben und geschaffen waren, wurde innerhalb zwei Jahren (September 1901 bis Oktober 1903) der Bau durchgeführt.

Die größere zur Verfügung stehende Wassermenge (4 bis 8 m³/s) der Sill und ein zweckentsprechender freier Platz in der sonst meist engen von der Sill gebildeten Schlucht für den Bau der Zentrale im Talgrunde etwa 2 km flußaufwärts von der Stefanbrücke der Brennerstraße zwischen Deutsch-Matrei und Innsbruck begünstigte von vornherein die Anlage eines Großkraftwerkes bei Gewinnung eines ausnutzbaren Gefälles von im Mittel 180 m. Eine günstigere Gefällsstufe der Sill, knapp unterhalb Deutsch-Matrei beginnend, war im Jahre 1899 schon von den sogenannten „Brennerwerken" (Kraftanlage für chemische Zwecke G. m. b. H.) zur Ausnutzung gebracht, während die unterste Gefällsstufe der Sill von der Zentrale der Sillwerke flußabwärts bis Innsbruck heute noch nicht ausgenutzt aber ebenfalls von der Stadt Innsbruck zur Ausnutzung beabsichtigt und erworben ist.

Einen Hauptbestandteil der Sillwerke bilden die gegen Eisgang und Hochwasser tunlichst gesicherten großangelegten Wehr- und Schleußenbauten zur Wasserfassung, die unmittelbar an die Zentrale der oberwähnten „Brennerwerke" anschließen; von da ist ein 7566 m langer Untergrundstollen (1·8 bis 1·9 m breit, 2·75 m hoch), dessen Bau an der meist steilen und auch rutschigen Berglehne mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte und wovon ein nicht unbeträchtliches Stück mit großem Zeit- und Kostenaufwande im Jahre 1915/16 umgelegt werden mußte, mit sieben Einsteighäuschen zum Wasserschloß**) geführt, dessen sehr schwierig und kostspielig tunnelartig eingebauter Wasserbehälter eine Reserve bis ungefähr 2000 m³ bei Niedrigwasser der Sill sichert, wobei der Stau vom Behälter bis 2 km weit in den Stollen zurückreicht. Vom Behälter wurde anfänglich nur eine und im folgenden Ausbaue der Werke (1906 bis 1909) eine zweite Hauptdruckrohrleitung, parallel zur ersten (erste mit 1250 mm, zweite mit 1400 mm lichte Weite) mit Trichterrohranschlüssen abgezweigt und an der steil (36°) abfallenden Berglehne die je 328 m langen Leitungen, davon 93 m in einem die Brennerstraße kreuzenden Tunnel, zum tief unten (Höhenunterschied 187 m) am linken Sillufer im Talgrunde erbauten Kraftwerk verlegt, wo die beiden Hauptrohrstränge in zwei Verteilleitungen zur Speisung für je drei Turbinen eingeführt und derart verbunden sind, daß von der zweiten Leitung ausnahmsweise auch vier Turbinen das nötige Wasser erhalten können. Parallel neben den Rohrleitungen lauft ein in Kaskadenform hergestelltes Gerinne, der Leerlauf, zur Ableitung des Überfallwassers in die Sill, der es zusammen mit dem ausgenutzten Betriebswasser durch den Unterwassergraben zugeführt wird*).

Im großen Maschinenhause mit anstoßenden Werkstätten wurde genügend Raum zur Aufstellung von mindestens sechs Maschinenaggregaten vorgesehen; anfänglich (1903) wurden nur zwei zu je 2500 PS effektiver Leistung aufgestellt, dem im weiteren Ausbau der Werke 1907 die Aufstellung eines dritten zu 3300 PS Leistung folgte und der volle Ausbau 1908/1909 mit der Aufstellung von weiteren drei Aggregaten zu je 3300 PS Leistung und einer Gesamtleistung von über 18 000 PS durchgeführt war. Damit war die oberwähnte Legung der zweiten Rohrleitung mit der zweiten Verteilleitung und im Anschlusse an diese der Einbau einer besonderen Leerlaufvorrichtung verbunden, die bei größeren Belastungsänderungen im schwankenden Betriebe der Werke eine notwendige Entlastung des oberwähnten eigentlichen Leerlaufes bezweckt.

Es sind durchwegs Pelton-Turbinen mit 315 U. p. min in direkter Kupplung mit dem Generator in Verwendung gebracht und sämtliche einheitlich aufgebaut. Die Maschinensätze sind im großen Maschinenhaus in zwei Gruppen zu je drei Einheiten aufgestellt und dazwischen eine zentrale Preßpumpenanlage mit zwei Differential-Plungerpumpen, die, selbständig von zwei kleinen 100 PS-Pelton-Turbinen mit 750 U. p. min betrieben, das nötige Druckwasser (je 14 l) für die Geschwindigkeitsregulierungen sämtlicher sechs großen Turbinen in einheitlich angeordneter Weise zu liefern haben. Die eigenartig ausgeführte Anlage soll zusammen mit den automatischen Druckregulierungsvorrichtungen seit der Inbetriebsetzung ohne nennenswerte Störung vorzügliche Ergebnisse liefern.

Die elektrischen Maschinen der Sillwerke, anfänglich auf zwei Generatoren für zweiphasigen Wechselstrom mit 42 Per/s, je 2500 kVA Leistung, beschränkt, wurden mit dem fortschreitenden Ausbau der Werke bis 1909 mit vier weiteren Generatoren gleicher Stromart und je 3300 kVA Leistung, auf den Endstand mit sechs Generatoren von 18 200 kVA Gesamtleistung und dazugehörigen Erregermaschinen für jeden der sechs Generatoren gebracht. Die Fernleitungsspannung beträgt 11 000 V; die Schaltanlage, die in einem Anbaue der Zentrale mit einem Stockwerke und Untergeschosse untergebracht wurde, enthält zwei voneinander vollständig unabhängige Systeme Sammelschienen, Steckumschalter, Ölschalter usw. mit gegen die Zentrale zu angeschlossener großer Schalttafel (18 Felder), von wo aus das ganze Maschinenhaus überblickt und die gesamte Anlage bedient werden kann. Acht Hochspannungs-Freileitungen (je vier für eine Phase) von 50 mm² Querschnitt sind teils auf einfachen und doppelten Holz-, teils auf eisernen Gittermasten (211 im ganzen), jeder mit einer Saugspitze als Blitzableiter versehen und etwa jeder fünfte geerdet, zur 8 km entfernten Unterstation „Berg Isel" (anfänglich „Wilten" genannt), an der Gemeindegrenze geführt, wo die Hochspannung von 11 000 V durch zehn einphasige Transformatoren von je 500 kVA auf 2200 V, 42 Per/s herabgesetzt wird. (Die Spannung des Mühlauerwerkes von 2000 V wird durch Zusatztransformatoren auf 2200 V erhöht.) Das Sekundärnetz besteht aus Kabelleitungen 4×150 mm², an die kleinere Transformatorstationen (etwa rund 100 an der Zahl), angeschlossen sind, im Innen- und Außengebiete der Stadt planmäßig verteilt. Das Niederspannungsnetz hat die Gebrauchsspannung von 120 und 160 V. Das im Zentrum der Stadt am Marktgraben gelegene Verwaltungsgebäude der Innsbrucker Elektrizitätswerke wurde derart in den Kreis der ausgedehnten Stromverteilungsanlagen zur Konzentrierung aller Hauptleitungen einbezogen, daß von da aus der gesamte Betrieb und das vorteilhafteste Zusammenarbeiten der beiden Werke und der Unterstation überwacht und reguliert werden kann.

Außerdem werden die etwa 3 bis 10 km von der Zentrale der Sillwerke gelegenen Orte Schönberg, Mieders, Telfes, Fulpmes und Bad Medratz des unteren Stubaitales sowie die zwei Dörfer Mutters und Natters durch eine Überlandanlage hauptsächlich mit Licht versorgt und von den Werken auch der Betriebsstrom für die 18·2 km lange, 1904 eröffnete Stubaitalbahn von Innsbruck nach Fulpmes, sowie für die 1906 eröffnete Seilbahn von Innsbruck auf das der Nordkette vorgelagerte Mittelgebirge (Steigung 284 m) mit der Hungerburg-Hochfläche und für die Lokalbahnen der Stadt Innsbruck (städtische Straßenbahn und Innsbruck—Hall i. T.) geliefert; ferner wird die gegenüber der Zentrale am rechten Sillufer erbaute Salpetersäurefabrik der Luftverwertungsgesellschaft mit der nötigen elektrischen Energie versehen.

*) Vgl. E. u. M. 1907, Hefte 12 und 13.

**) Das Wasserschloß steht durch einen Stollen durch den Schönberg in Verbindung mit dem Wasserschlosse des zum Betriebe der Mittenwaldbahn dienenden Rastwerkes, so daß die Sillwerke aushilfsweise auch Wasser von der namentlich im Sommer wasserreichen Rastwerke bekommen können.

*) Auf der Bahnfahrt von Innsbruck nach Matrei zwischen Haltestelle Unterberg-Stephanbrücke und Station Patsch wird sicherlich schon vielen tausenden das der Bahnseite gegenüber hochstehende Wasserschloß mit den zum tief unten an der Sill liegenden Kraftwerke geführten Rohrleitungen und Leerlaufe, die im abgedeckten Zustande zu verfolgen sind, nicht unbemerkt geblieben sein; ebenso das große Maschinenhaus des Kraftwerkes mit den Nebengebäuden und die Anlagen der nebenan entstandenen Salpetersäurefabrik (Luftverwertungsgesellschaft), die zusammen eine nicht unbedeutende Ansiedlung in entlegener, einsamer Gegend vorstellen.

Digitized by Google

III. Zusammenfassung.

Mit dem fertiggestellten Ausbaue der Sillwerke im Jahre 1909 und der Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Mühlauerwerkes in den Jahren 1912 und 1915 wurde der noch gegenwärtig (1918) bestehende Entwicklungsstand der Innsbrucker Elektrizitätswerke erreicht; sie haben sich aus den kleinen Anfängen des vor 30 Jahren entstandenen Mühlauerwerkes zu den größten Wasserkraftanlagen nicht nur in Tirol, sondern in ganz Österreich ausgestaltet und entwickelt. In den kommenden Friedenszeiten werden sie erweitert werden müssen, um den steigenden Bedürfnissen Innsbrucks an Licht und Kraft genügen zu können, sowie auch, um die „weiße“ statt der „schwarzen“ Kohle nach dem Musterbeispiele der benachbarten Schweiz zu Heiz- und Kochzwecken mehr und mehr auszunutzen.

Der tirolischen Landeshauptstadt sichert der Besitz und Eigenbetrieb der beiden Elektrizitätswerke ein von Jahr zu Jahr steigendes Einkommen, obwohl trotz erhöhter Auslagen in den Kriegsjahren eine Erhöhung der Strompreise (Licht 50 Heller pro kWh) nicht nötig wurde, so daß man in Innsbruck gegenwärtig die billigste elektrische Beleuchtung in ganz Österreich haben dürfte, zu einer Zeit, wo die meisten Licht- und Kraftwerke der Monarchie die Preise erhöhen mußten.

Es waren angeschlossen:

	1905	Ende Dezember 1910	1915	1916	1917
Stromabnehmer-Zahl	3 100	6 800	11 492	12 036	12 600*)
Glühlampen „	44 000	82 000	120 500	128 200*)	13 300*)
Bogenlampen „	120	370	434	450*)	470*)
Motoren „	130	660	1 200	1 300*)	1 380*)
„ -PS	750	3 700	4800	5 000*)	5 300*)
Gesamtanschlußwert in kW	2 200	6 800	8800	9 300*)	10 000*)

Es wurden abgenommen:

		in Millionen			
Kilowattstunden (kWh)	6·6	14·0	16·0	17·3	20·0*)
Außerdem von den Sillwerken allein an die Salpetersäurefabrik geliefert:					
kWh	15·0	32·0	38·0	40·0	65·0*)

Nach den zwei letzten Jahresberichten von 1916 und 1917*) wurde ein Reingewinn von rund K 432 000 im Jahre 1916 und K 640 000 im Jahre 1917 erzielt, das ist 1917 nicht weniger als um K 230 000 oder 56% mehr als im Jahre 1915. An dem überaus großen Erträgnisse im Jahre 1917 ist hauptsächlich der steigende Strombedarf der Luftverwertungsgesellschaft zum Betriebe der Salpetersäurefabrik für Kriegslieferungen beteiligt. Das in den beiden Kraftwerken angelegte Kapital betrug Ende 1916 rund etwas über 11·5 Mill. Kronen, davon sind mehr als die Hälfte mit rund 6·4 Mill. Kronen abgeschrieben; die Abgaben und Steuern sind gegen 1915 um fast 50% gestiegen; die Bilanzsumme 1916 beträgt rund 13·3 Mill. Kronen.

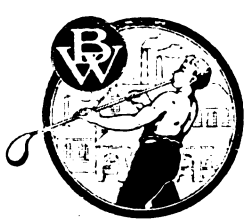
Ende 1917 waren 126 auf Widerruf eingebaute Heizanlagen eingerichtet. Im Jahre 1916 sind 544 Stromabnehmer zugewachsen; man zählte Ende 1916 deren 12 036, davon 511 in den Überlandanlagen (Stubaital usw.); weitere Zahlenangaben usw. sind in den Jahresberichten 1916 und 1917 nicht enthalten.

Obenstehende Zahlen, wovon die mit einem *) bezeichneten schätzungsweise der Wirklichkeit nahekommen dürften, lassen die Entwicklung der Werke verfolgen.

Schließlich soll die von der Stadt Innsbruck geplante Ausnutzung der Achensee-Wasserkräfte mit den dazu bereits 1910/11

*) Vgl. E. u. M. 1916, Anzeiger, Seite 151.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

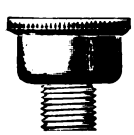
Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

KRAMER & LÖBL, SCHLAG bei GABLONZ a. N.
Fabrik elektrotechn. Artikel.

Reduktionsnippel
1/4" × 1/8"
3/8" × 1/8"

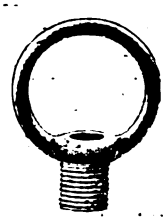


Nr. 0406.

Kabelschuhe
gestanzt.

Nr. 280 (4 bis 50 mm²).

Ringnippel
Zinkguß weiß
oder vermessingt.



Nr. 0390 Zg.

Offerte freibleibend.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen- und
Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. M[illegible]

eingeleiteten Vereinbarungen mit dem Benediktinerstifte Fiecht und der Staatseisenbahnverwaltung nicht unerwähnt bleiben; die endliche Ausführung des Planes scheiterte aber an verschiedenen sich entgegenstellenden großen Schwierigkeiten.

Rundschau.

Trocknungsanlagen für Obst und Gemüse mit Benutzung der Abwärme in Elektrizitätswerken. Im Elektrizitätswerk Zeitz wird die Wärme des Auspuffs von zwei 120 kW-Sauggasmotoren für diese Zwecke verwendet. Die Schalttöpfe sind, wie wir einer Beschreibung in der „E. T. Z.“ 39, 12, entnehmen, in einer Grube aufgestellt, und zwischen ihnen und oberhalb, auch als Abdeckung für die Grube dienende, gelochte Eisenbleche zur Aufnahme des zu trocknenden Obstes oder Gemüses gelegt. Bei 10 m² Belegfläche dauert das Trocknen 24 h. Sind beide Motoren in Betrieb, so können 600 kg Obst und 240 kg Brennessel getrocknet werden.

Bei der in Verbindung mit der Turbodynamo (1000 kW) arbeitenden Trockenanlage wird die abziehende erwärmte Luft in ein Hordenhaus geblasen, in das sechs hölzerne Horden von 1·2 × 0·8 m zur Aufnahme von Obst und Gemüse eingesetzt sind. Es stehen somit 6 m² zur Verfügung, worauf 100 bis 125 kg in 24 bis 30 h getrocknet werden können. Das Hordenhaus ist mit einem verzinkten Drahtgeflecht umkleidet und mit einem Dach versehen. Es wurden in den ersten zehn Monaten von 1917 295 kg Gemüse für Speisezwecke, 1276 kg für Futterzwecke und 1472 kg Obst getrocknet. Das Trocknen stellte sich für 1 kg nasse Ware für Speisezwecke auf 4 Pfg., für Futterzwecke auf 1 Pfg. Die Abwärme der Elektrizitätswerke kann auf diese Weise äußerst nutzbringend verwertet werden. Die Ersparnis an Kohlen, die in Haushaltungen sonst für Trocknungszwecke verbrannt werden würden, ist nicht unbedeutend.

Im städtischen Elektrizitätswerk in Stuttgart wird zum Gemüsetrocknen der gleiche Vorgang benutzt, wie im Elektrizitätswerk Duisburg*), das heißt, es wird die aus den Turbogeneratoren abgehende erwärmte Kühlluft, nachdem sie durch eine zusätzliche Dampfheizung auf die geeignete Temperatur gebracht wird, zum Trocknen verwendet. Die aus mehreren Turbogeneratoren von 10 000 kW abgehende Luft wird durch einen Holzschlauch gefaßt und von einem Ventilator von 14 500 m³ stündlicher Leistung abgesaugt und in einen Holzkanal gedrückt, in welchem mittels Klappen die Luft zu den einzelnen Darrfeldern geleitet wird. In den Luftzuführungskanälen sind Dampfheizkörper eingebaut, die mit frischem Dampf gespeist werden und die Generatorenluft von 50° auf 80 bis 100° erhöhen. Die Darrfelder sind aus 5 mm starkem, gelochtem Eisenblech hergestellt; die Bleche, durch Holzschilder seitlich eingefaßt, liegen in 30 cm Abstand aufeinander. Durch Türen ist der Zugang zum Beschicken und Wenden des Dörrgutes möglich. Große Holzkamine sorgen für Entlüftung.

*) E. u. M. 1917, Anzeiger, Seite 367.

Über die Ursachen der Unfälle in Industriebetrieben Englands hat Dr. H. M. Vernon einen Bericht verfaßt, der vom Munitions-Arbeiter-Komitee herausgegeben wird. Die Untersuchungen Vernons an 50 000 Unfällen in vier Fabriken weichen, wie „The Electrician“ feststellt, von den Ergebnissen anderer ab. Man war der Ansicht, daß die Unfälle mit der Ermüdung des Arbeiters zusammenhängen, daß sie also gegen Schluß der Arbeitszeit und in der Nachtschicht häufiger auftreten*). Im allgemeinen konnte Vernon dies nicht nachweisen. Er fand vielmehr, daß die Unfälle neben der geistigen Beschaffenheit des Arbeiters von der Geschwindigkeit der Abeit abhängen. Nur Verletzungen der Augen durch eindringende Glassplitter waren zwischen 7 bis 27% in der Nacht häufiger als am Tag, was aber nur mit der ungünstigen Beleuchtung zusammenhängt. Vernon bestätigt auch nicht den Einfluß der schlechten Beleuchtung auf Unfälle durch Sturz, was noch alle anderen Berichte hervorgehoben haben.

Neue Bahnverbindungen in Afrika und Australien sind während des Weltkrieges

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger, Seite 224.

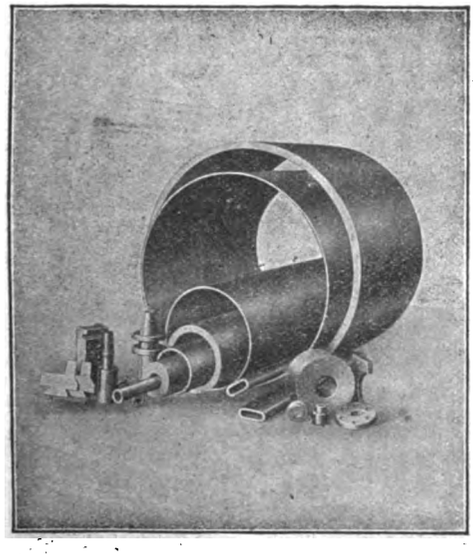
Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

vollendet worden. Wie wir im „Archiv für Post u. Telegraphie“ lesen, ist das bereits 1897 bis Bulawayo fertiggestellte südliche Teilstück der Kap-Kairobahn, die Afrika von Süden nach Norden durchqueren sollte, nach Westen verlängert und derart eine Verbindung mit dem Kongo geschaffen worden. Man hat die Kohlenfelder von Wankie angeschlossen, die Bahn an die Viktoria-Wasserfälle des Sambesi herangeführt, die Bergwerke von Broken-Hill berührt und das reiche Katangagebiet des Kongostaates erschlossen. So wurde eine Verbindung von Kapstadt nach dem oberen Kongo, 3922 km lang, geschaffen, wovon das 245 km lange Stück Kambove—Bukamo erst 1917 fertiggestellt wurde. Die Stromschnellen des Kongo werden jeweilig durch umgehende Bahnen überwunden. Besteht also wohl kein durchgehender Verkehr bis zur Kongomündung, so ist die neue Verbindung, zumal jetzt im Weltkrieg, von größter wirtschaftlicher Bedeutung.

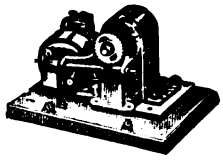
Auch in Australien ist eine neue Bahnverbindung im Krieg geschaffen worden, die das östliche Bahnnetz von Adelaide—Melbourne—Sydney—Brisbane mit dem um Perth und Fremantle an der Westküste gelegenen verbindet und so die Reise nach Europa nicht nur um vier Tage abkürzt, sondern auch die gefahrvolle Schiffahrt im Süden Australiens erübrigt. Dabei ist die bereits in Schmalspur ausgeführte 623 km lange Strecke Fremantle—Kalgoorlie auf Normalspur umgebaut worden. Die neu eingefügte Strecke Kalgoorlie—Port Augusta, 1535 km, und das Stück Port Augusta—Adelaide, 380 km, führt durch eine Wüstengegend.

Wasserkraftausnutzung in Indien. Der steigende Bedarf an elektrischer Kraft reift Pläne zur Ausnutzung der reichen Wasserkräfte des Landes. Nach einem Bericht in der „E. T. Z.“ soll das Gefälle des Siruvaniflusses für die Stadt Coimbatore, ferner die in Chochin gelegenen Fälle des Chulakrudi für die Stadt Trichur und den Betrieb der Bahn Shoramir—Ernakalum dienen. Im Nilgiri-Gelände in 1830 m Höhe können leicht Stauanlagen errichtet werden, die 50 000 kW und noch mehr in Wasserkraftwerken liefern könnten.

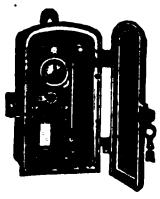
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenzer



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

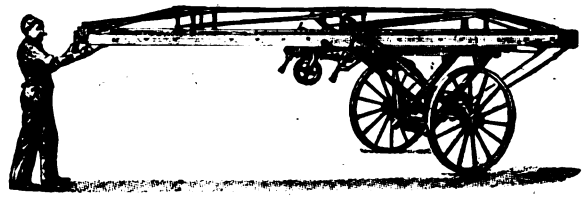
Für Österreich: **Dr. Paul Hellischer & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. K. Feesmeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m
„ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



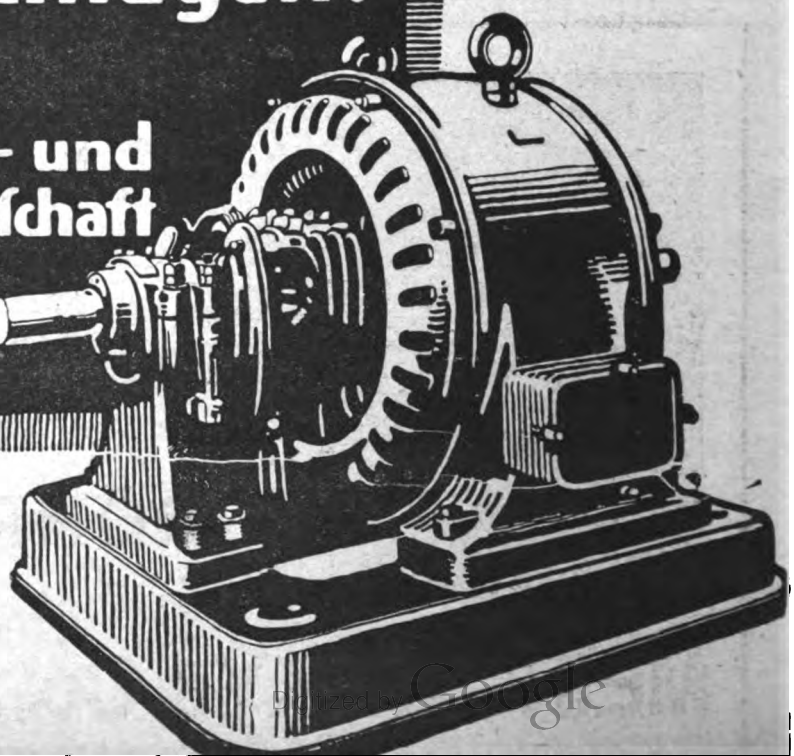
Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurial, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 15. September **ANZEIGER** 1918 — Heft 37

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Wasserkraftausnutzung in Österreich. — Neue Bücher. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Wasserkraftausnutzung in Österreich.

Zusammenstellung der von den politischen Verwaltungsbehörden im Monate Juli 1918 im hydrographischen Zentralbureau vorgelegten Anzeigen, Projekte und konzessionierten Wasserkraftanlagen.

A. Projektierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Konzessionswerber	Bezeichnung der Werksanlage	Beanspruchtes Gefälle		Wassermenge	
						Totales	Nutz-	Höchst-	Mindest-
						m	m	s/l	s/l
1	Homlach	Rhein	Bregenz Vorarlberg	Moesbrugger Josef	Hydroelektr. Kraftanlage	130·51	126	40	—
2	Beraunfluß	Elbe	Rokycan Böhmen	Karl Čech	Hydroelektr. Kraftanlage	2·15	2·05	2 800	—
3	Mohrafluß	Oder	Troppau Schlesien	Stadtgemeinde Troppau	Hydroelektr. Kraftanlage	—	—	—	—
4	Mähr.-Thaya	March	Datschitz Mähren	Franz Smejkel	Mühle	—	4·00	884	—
5	Mur	Mur	Bruck a. d. Mur Steiermark	Stadtamt Bruck a. d. Mur	Hydroelektr. Kraftanlage	4·4	2·7	80 000	20 000
6	Nasenbach	Inn	Kufstein Tirol	Josef Lang	Elektrizitätswerk	—	3	700	—
7	Egerfluß	Elbe	Komotau Böhmen	Alfred Bodenstein	Mühle u. elektr. Kraftanlage*)	—	1·30	7 500	—
8	Großer Kamp	Donau	Krems Nied.-Österr.	Johann Hauer	Säge*)	3·10	2·80	Mehr-anspruch 1250	—

*) Abänderung.

B. Konzessionierte Wasserkraftanlagen.

Post Nr.	Gewässer	Hauptfluß-gebiet	Politischer Bezirk und Land	Gemeinde	Name des Besitzers	Bezeichnung der Werksanlage	Konzessions- bezw. Kollaudierungsurkunde	Brutto-leistung in PS bei	
								Höchst-wasser	Minimal-wasser
1	Felixbach	March	Datschitz Mähren	Sitzgras	Josef Coufal	Mühle	Zl. 8873 vom 17. April 1918	13·5	—
2	Kleine Krems	Donau	Krems Nied.-Öst.	Els	Johann Kähtreiber	Mühle und Säge	Zl. 1745/3—B ex 1918	20·7	6·9
3	Luznizfluß	Elbe	Wittingau Böhmen	Drachau	Stanislaus Dobiaš	Mühle und Säge	Zl. 162/918	156	—
4	Ader	Elbe	Reichenau Böhmen	Tinischt	Stadtgemeinde Tinischt	Hydroelektr. Kraftanlage	Zl. 7—457 ex 1917 vom 1. April 1918	61	—
5	Unterrietzer Werkskanal	Save	Prassberg Steiermark	Rietz Unterrietz	Josef Irmančnik	Säge	Zl. 10—271/10 vom 3. Mai 1918	14·785	—
6	Maltschfluß	Elbe	Krumau Böhmen	Weleschin	Johann Pučegl	Kozák-Mühle	Zl. 7—293/2 ex 1918	150	—
7	Lambach	Donau	Kirchdorf a. d. Krems	Rosenau	Lambachwerke G. m. b. H.	Elektrizitäts-werk	Konz.-Erk. Zl. 15289 vom 5. Juli 1918	50	—
8	Kleine Ysper	Donau	Pöggstall Nied.-Öst.	Dorfstetten	A. Fahrner & Co.	Holzstoff- und Pappenfabrik	Erk. d. B.-H. Pöggstall vom 1. Juli 1918 Zl. 316/29 A.	661	—
9	Beraun	Elbe	Rakonitz Böhmen	Nezabudice	Josef Cech	Mühle	Zl. 7—323/4 ex 1918	185	—
10	Kleine Elbe	Elbe	Königgrätz Böhmen	Předměřitz	Josef Vozenilek	Mühle	Statth.-Erl. Zl. 7—241/3 vom 22. April 1918	99	93

Digitized by Google

Neue Bücher.

2410 **„Die Bedeutung des Pluto Stokers** als wirtschaftliches Hilfsmittel zur Verwertung minderwertiger Brennstoffe.“ Wien 1918, Verlag der Pluto Stoker Company K. & F. Weiss.

2412 **Deckert, Dr. Adalbert.** „Magnetismus und Elektrizität.“ Kempten und München 1917, Verlag der Jos. Köselschen Buchhandlung.

2413 **Deckert, Dr. Adalbert.** „Gleichstrom und Wechselstrom auf mechanischer Grundlage.“ Kempten und München 1917, Verlag der Jos. Köselschen Buchhandlung.

2414 **Brabbée, Dr. techn. Karl.** „Deutschlands zukünftige Kohlenwirtschaft.“ Berlin 1918, Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 1·40.

2415 **Duffing Georg.** „Erzwungene Schwingungen bei veränderlicher Eigenfrequenz und ihre technische Bedeutung.“ Braunschweig 1918, Verlag Friedrich Vieweg & Sohn. Preis Mk. 5.

2417 **Krause, Ing. Rudolf.** „Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik.“ Dritte verbesserte Auflage. Herausgegeben von Prof. H. Vieweger. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 8.

2418 **Cohn Emil.** „Physikalisches über Raum und Zeit.“ 3. Auflage. Leipzig und Berlin 1918, Verlag von B. G. Teubner. Preis Mk. 1·20.

2419 **Janovsky Karl.** „Die Wollindustrie in der Kriegs- und Übergangswirtschaft.“ Separatabdruck aus der Zeitschrift: „Österreichs Wollen- und Leinen-Industrie“ in Reichenberg. Böhmen. (Jahrgang 1918). Reichenberg 1918, im Selbstverlage. Preis K 2.

2420 **Goldreich, A. H., Ing.** „Die Kohlenversorgung Europas“. Verlag Urban & Schwarzenberg, Wien 1918. Preis K 15.

2421 **Dyes, Dr. Wilh. A.** „Wärme — Kraft — Licht“. Eine dringend notwendige Reform. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1918. Preis Mk. 3·60.

Wirtschaftliche Nachrichten.

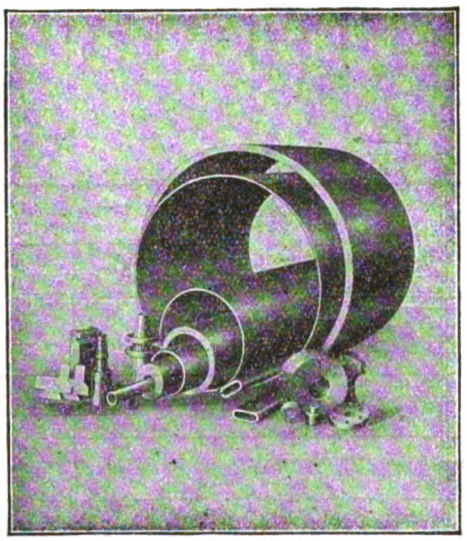
Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Böhmerwald-Holzimprägnier-Werke, Ges. m. b. H., Budweis. Laut Beschluß der Generalversammlung vom 15. v. M. wurde das Stammkapital der Gesellschaft auf K 800 000 erhöht.

Siemens & Halske A.-G. In der kürzlich stattgefundenen Sitzung des Aufsichtsrates wurde an Stelle des verstorbenen Herrn Arnold v. Siemens Herr Geh. Regierungsrat Dr. Wilhelm v. Siemens zum Vorsitzenden und Herr C. F. v. Siemens, Vorsitzender des Direktoriums der Siemens-Schuckert-Werke, zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. Zugleich nahm der Aufsichtsrat davon Kenntnis, daß Herr D. Friedrich Albert Spiecker, der seit 1. April 1903 der Direktion der Siemens & Halske A.-G. und der Siemens-Schuckert-Werke G. m. b. H. als Leiter der Finanzabteilung angehörte, am 31. Juli seine Stellung aufgegeben hat. Zu seinem Nachfolger wurde Herr Max Haller ernannt.

A.-G. Brown, Boveri & Co. in Baden (Schweiz). Der Rohgewinn des abgelaufenen Geschäftsjahres beträgt 11·05 (8·32) Mill. Franken. Aus dem Reingewinn von 4·37 (3·1) Mill. Franken soll eine Dividende von 9% (7%) gezahlt werden, wobei die jungen Aktien zur Hälfte an der Dividende teilnehmen. Die Bilanz schließt auf beiden Seiten mit 107·81 (93·74) Mill. Franken und enthält ein Bankguthaben von 13·91 (13·83) Mill. Franken Nach dem Geschäftsbericht war lt. Mitteilg. in „D. Bergw.-Zeitg.“ die Versorgung mit Rohmaterial nur mit wachsenden Schwierigkeiten und unter Außerachtlassung jeder Rücksicht auf die Preise möglich. Die am wenigsten gestiegenen Materialien kommen mindestens auf das Doppelte, andere bis auf das Zehnfache des Friedenspreises zu stehen. Infolge der erhöhten Preise sind die Umsatzziffern weiter gestiegen; die quantitative Produktion steht nach wie vor unter der der letzten Friedensjahre. Die Schwierigkeit der Rohstoffbeschaffung macht es notwendig, die Vorräte so groß zu halten als es irgend er.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

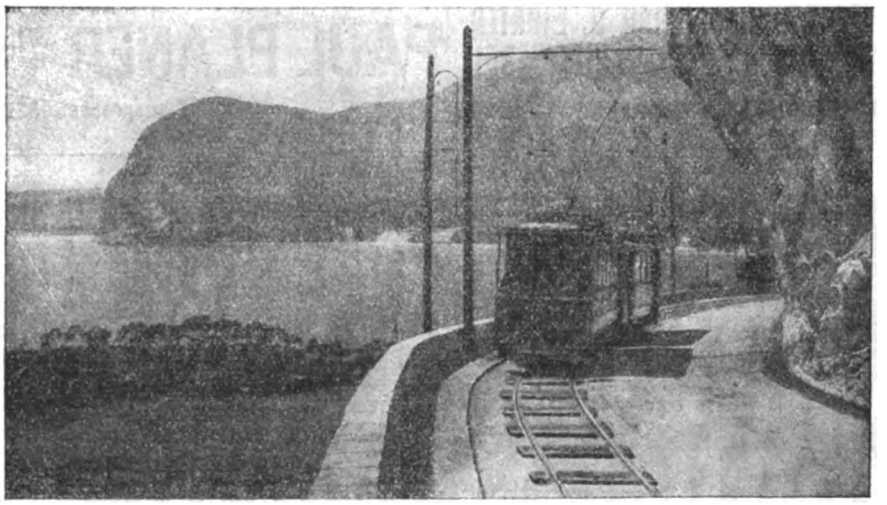
reichbar ist und auch in solchen Materialien Bestände anzulegen, die man, als täglich greifbar, früher nicht auf Lager legte. Die jetzigen Umstände lassen voll erkennen, wie fehlerhaft es war, vor 15 Jahren schon der Entwicklung der privaten Elektrizitätserzeugung und -versorgung, die der Schweiz die billigen Strompreise erschloß, zugunsten des Verstaatlichungsgedankens in den Arm zu fallen. Eine Reihe von Werken, deren Ausführung schon gesichert war, sind dadurch ungebaut geblieben. Die schweizerischen Bundesbahnen sind unter dem Drucke der schwierigen Kohlenversorgung mit Energie an die Elektrifizierung der Gotthardbahn und anderer Linien herangetreten. Die Lieferungen nach den kriegführenden Staaten waren im letzten Jahre nicht unbedeutend. Das Geschäft mit Rußland hat ganz aufgehört und es steht zu befürchten, daß an den dortigen Außenständen bedeutende Verluste eintreten. Die auswärtigen Unternehmungen arbeiten mit angemessenen Erträgnissen, die allerdings durch den niederen Stand der fremden Valuten geschmälert werden. Sie werden in der Lage sein, nach Beendigung des Krieges den Bedürfnissen ihrer Länder zu dienen und für sich selbst eine gute Grundlage künftiger Tätigkeit zu schaffen.

Metallbericht. Im Anschluß an unseren Hinweis im vorigen Bericht H. 35 bringen wir im nachstehenden einige Angaben nach deutschen Quellen über die aus mehreren Gründen höchst beachtenswerten Fortschritte, welche die französische Metallindustrie unter sehr ungünstigen Verhältnissen während des Krieges gemacht hat. Als die Kriegsindustrie mit ungeheuren Anforderungen in Eisen- und Stahlmaterial an die Erzeuger herantrat, waren die bedeutendsten Fundstätten und die wichtigsten Metallwerke des Landes in deutscher Hand. Es galt daher zunächst, schleunigst auf irgend welchem Wege Ersatz zu schaffen und sodann, andere Quellen zu erschließen und die bestehenden auszugestalten. Große Metallankäufe in Spanien wurden vorgenommen und die Minen in den nordafrikanischen Kolonien wurden intensiv ausgebeutet. Die im Jahre 1914 erloschenen Hochöfen wurden wieder angeblasen, sogar solche in der Nähe von Nancy, die sich unweit der Front befinden. Zahlreiche Glashütten wurden auf die Metallindustrie umgestellt und die in der Erde schlummernden Vorräte an Kohle und Erz rücksichtslos angegriffen. Das Ergebnis war, daß Frankreich, das vor dem Kriege 2 Millionen t Koks aus Deutschland einführen mußte, jetzt seinen Bedarf darin aus eigener Erzeugung decken kann. Setzt man für die Stahlgußproduktion im Herbst 1915 die Ziffer 100, so gelangt man bereits Anfang 1916 auf 176 und ein Jahr später auf 280. Neuerdings ist man an eine schnellere Erschließung des normannischen Eisenerzbeckens herangegangen, wo vor dem Kriege bereits der großzügige deutsche Industrielle Thyssen Fuß gefaßt hate. Diese Lager waren auf etwa 1 Milliarde t Erz mit einem Eisengehalt von rund 50% geschätzt. Eine ausschließlich französische Gesellschaft, La Société Normande Métallurgique, hat die Hochöfen von Caën wieder in Betrieb gesetzt. Die vorhandenen Öfen können 400 t täglich produzieren. Die Stahlwerke werden jährlich 250 000 t Thomasstahl und 125 000 t Martinstahl herstellen, die Walzwerke 500 000 t liefern können. Während im August 1914 55% aller Betriebe ihre Arbeit stillegten, waren im Juli 1917 nur noch 23% nicht im Betriebe. Viele Fabriken hatten jedoch inzwischen so große Erweiterungen vorgenommen, daß sie 1917 insgesamt eine größere Arbeiterzahl beschäftigten als vor dem Kriege. Die Kriegsbetriebe in den drei Departements Isère, Haute Savoie und Savoyen arbeiten gegenwärtig mit mehr als 570 000 PS. Der Elektrostahl und die Ferrolegierungen kommen aus dieser Gegend, wo von jeher die Ausnutzung der Wasserkräfte eine große Rolle gespielt hat und die auch vier Fünftel der in Frankreich erzeugten 16 000 t Aluminium jährlich liefert. Vier mächtige Hammerwerke zur Munitionsfabrikation sind entstanden, die schätzungsweise an Rohmaterial in einem einzigen Monat 5 310 000 kg im Werte von 3½ Mill. Francs bei

·hiw·

Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.

·hiw·

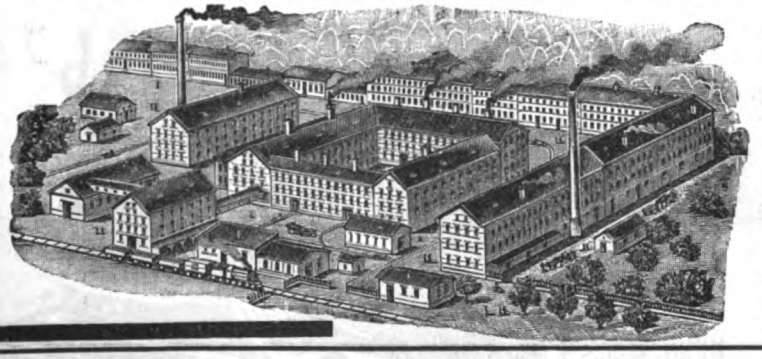


·hiw·

Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

·hiw·

ZETTLITZER KAOLINWERKE A.-G.
Abt. Porzellanfabrik Merkelsgrün bei Karlsbad



empfiehlt ihre Erzeugnisse in Isolierartikeln jeder Art aus Hartfeuer-Porzellan für die gesamte Elektrotechnik.

Spezialität! Hochspannungs-Isolatoren nach eigenen Patenten bis 100 000 Volt Betriebsspannung.

Porzellan für technische Zwecke.

Hochspannungs-Prüfstation bis 250000 Volt.

Vertretung für Wien und Niederösterreich:
Emil Novaković, Wien, III/4 Hohlweggasse 12.

Schalttafelklemmen
(Original Druseidt-Klemmen)

Billigste Bezugsquelle

Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Digitized by Google

einer Fabrikation von 885 000 geschmiedeten Granatrohlingen erspart haben. Desgleichen ist an der unteren Seine bei Rouen, wo früher nur die Textilindustrie ihren Sitz hatte, eine große Industrie, vorwiegend für Spezialstähle entstanden, ebenso wie in der von alters her hochindustriellen Gegend von Lyon eine große Anzahl neugeschaffener mechanischer Werkstätten der weiterverarbeitenden Industrie sich angesiedelt hat. Erwägt man, daß von allen kriegführenden Ländern kein einziges die Lasten des Krieges so unmittelbar zu tragen hat und daß schon in Friedenszeiten der Mangel an eigenem Menschennachwuchs seine wirtschaftliche Entwicklung beeinträchtigte, so wird man sich der Tatsache nicht verschließen dürfen, daß Frankreich unter diesem gewaltigen Drucke eine ungeahnte Lebenskraft an den Tag gelegt hat.

In Deutschland war in Fachkreisen erwartet worden, daß der am 1. September in Kraft getretenen Erhöhung der Richtpreise des Rheinisch-westfälischen Kohlensyndikates für Kohlen, Koks und Briketts auch der Eisenindustrie eine entsprechende Erhöhung zugestanden werden würde. Amtlich wird jedoch verlautbart, daß lediglich eine bereits seit längerem beabsichtigt gewesene Neufestsetzung gewisser Roheisenpreise erfolgt sei, und zwar nur für diejenigen Sorten (Stahleisen und Gießereieisen), die bisher von den Herstellern erheblich unter ihren Selbstkosten an die weiterverarbeitenden Werke geliefert werden mußten. Dagegen findet trotz des erhöhten Kohlenpreises und der Warenumsatzsteuer eine Preiserhöhung für die Walzfabrikate nicht statt.

Die American Tin Plate Company wird, um der großen Nachfrage der Regierung nach Zinn genügen zu können, neue Verhüttungsanlagen im Werte von 10 Mill. Dollar errichten. Die Gesellschaft gehört zum Konzern des Stahltrusts. *Lp.*

E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115a 7
Telegramme „INGOR“ Fernruf 35.255

Vollständige Kinoeinrichtungen.

Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

HOLZ-Deckenlampen -Rohrpenden

komplett montiert, mit eingezogenen Drähten, Fassung ohne Hahn, Holzschirm 300 mm Ø, schwarz oder braun gebeizt.

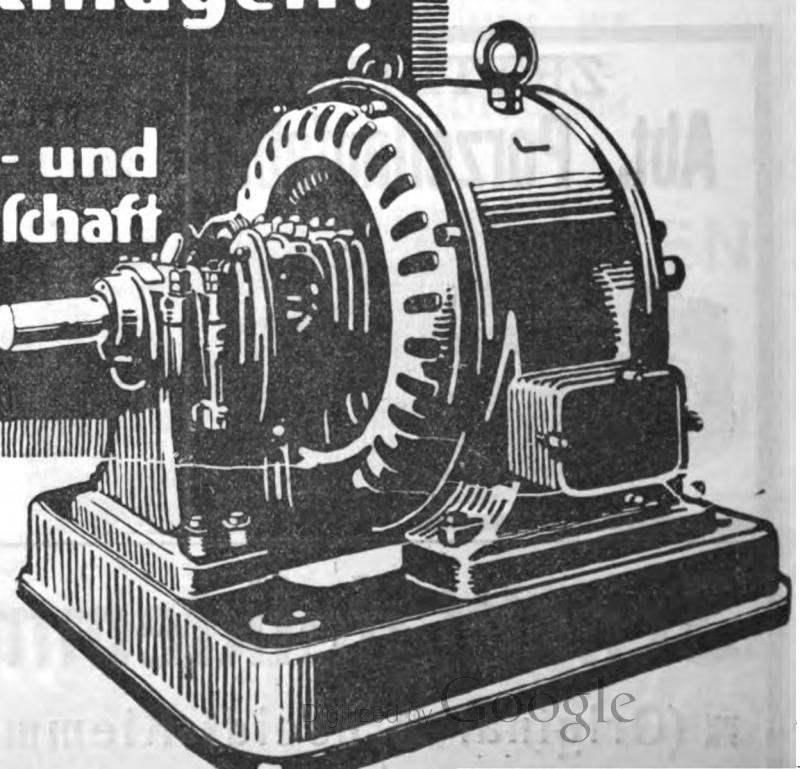
Gefällige Form! Gediegene Arbeit!

Ohne Materialbeistellung, liefert kurzfristig

PAUL PLANER WIEN IX/1, ELISABETH-PROMENADE 45
Fernsprecher 15373.

Elektrische Maschinen aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft Müglitz in Mähren.



Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 22. September **ANZEIGER** 1918 — Heft 38

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Über die Arbeitsstreckung. Von Dr. Ing. Arthur Mandl, Wien. — Elektrizitätsversorgung in der Schweiz. — Rundschau. — Neue Bücher. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Über die Arbeitsstreckung*).

Von Dr. Ing. Arthur Mandl, Wien.

Die Frage, die in dieser Arbeit untersucht wird, lautet wörtlich: „Kann der Arbeiter mehr Arbeit leisten? Sie ist mit Rücksicht auf die schwere Kriegszeit, die wir jetzt durchmachen, von großer Bedeutung. Wir sind mehr als je darauf angewiesen, mit den verfügbaren Menschen und Maschinen so viel als möglich zu erzeugen; wir müssen die vorhandenen Einrichtungen intensiv ausnutzen, da ihre Vermehrung oder Verbesserung jetzt schwer durchführbar ist. Die Beantwortung dieser Frage wird aber auch im Frieden für uns sehr bedeutsam sein. Wir werden endlich trachten müssen, das verfügbare Menschenmaterial möglichst wirtschaftlich zur Geltung zu bringen und ihm dabei möglichst viel zu bieten. Auf dem Wege zu diesem Ziele wird die vollständige Indienststellung der menschlichen Arbeitskraft eine bedeutende Rolle spielen."

Zur Beantwortung dieser Frage wird zunächst der Zusammenhang zwischen der in Form von mechanischer Energie verausgabten nützlichen Energiemenge und der totalen vom menschlichen Körper dabei abgegebenen Energie untersucht. Aus dem Verhältnis beider ergibt sich der totale Wirkungsgrad der Arbeit, der von sehr leichter bis zur schwersten Arbeit von zirka 4 bis 11% steigt. Dieser schlechte Wirkungsgrad findet seine Erklärung durch den hohen Leerlaufverbrauch des menschlichen Körpers. Der arbeitsfähige, aber nicht arbeitende Mensch wird deshalb, um seinen Körper dauernd auf zirka 37° zu heizen, seinen Mitmenschen einen unverhältnismäßig großen Anteil an Nahrungsmitteln wegnehmen. Es wird dann der Begriff jener normalen Arbeitsweise klargelegt, die vom Arbeiter gefordert werden kann, bei welcher der Erschöpfungszustand sicher vermieden wird. Das Wesen der Erschöpfung wird erklärt und zahlenmäßig bewiesen, daß die Erschöpfungszeit bei gleicher prozentueller Überschreitung der Dauerleistung um so rascher abnimmt, je größer diese Dauerleistung war. Damit findet die im Kriege sehr oft beobachtete Erscheinung ihre Erklärung, daß bei mangelhafter Ernährung oder Krankheit die Leistung des Arbeiters auf einen Bruchteil der gesunden Leistung abfällt. Der Zusammenhang zwischen Stückzahl (bei der Normalleistung $Z = 100$) und Energieverbrauch wird klarlegt. Aus diesem Zusammenhang ergibt sich, daß der Arbeiter die gelieferte Stückzahl sehr stark reduzieren muß, wenn er seinen totalen Energieverbrauch nur um weniges einschränken will. Ein Schwerarbeiter mit $Z = 80$ muß diese Stückzahl bis auf 17 verringern, ein Schwerstarbeiter bis auf 31, wenn er seinen Energieverbrauch um 20% verringern will. Wenn dem Arbeiter die Normalleistung $Z = 100$ zugemutet werden soll, so darf ihm die dazu notwendige Mehrenergieausgabe nicht zum Preis der bisher von ihm geleisteten Energiemenge vergütet werden. Er muß pro mkg oder Kalorie mit Rücksicht auf die Schwierigkeit in der Lebensmittelbeschaffung ein Mehrfaches jenes Betrages erhalten. Es wird gezeigt, daß für diese Überzahlung genug Spielraum vorhanden ist. Wenn es also gelingt, einen Betrieb so zu organisieren und so mit Rohstoffen zu versehen, daß die Arbeitsstreckung verringert werden kann, so besteht tatsächlich die Möglichkeit, die Arbeiter so zu bezahlen, daß ihnen dieses Plus an Lohn trotz der augenblicklichen ungünstigen Verhältnisse — vielmehr aber noch im Frieden — einen großen Anreiz zur Mehrleistung bietet. In der im Aufsatz durchgeführten Berechnung ist angenommen worden, daß die Lohnkosten pro Stück für den Unternehmer konstant bleiben. Nun hat aber der Unternehmer zur Ermöglichung der Dauerleistung beträchtliche Opfer an Arbeit und Geld zu bringen, es muß deshalb auch für ihn ein Anreiz zur Erreichung dieses Zustandes geschaffen werden. Aus diesem Grunde darf namentlich im Frieden mit der Überzahlung nicht bis zu diesem äußersten Wert gegangen werden. Das wird aber auch gar nicht nötig sein, da die Schwierigkeiten in der Lebensmittelbeschaffung dann viel geringer sein werden. Augenblicklich freilich liegen die Verhältnisse meistens so, daß das einzige Hauptziel die Steigerung des Ertrages der Fabrikation ist ohne Rücksicht auf deren Verteuerung.

*) Nach einem Artikel in der Zeitschrift „Technik und Wirtschaft", Heft VII, 1918.

Elektrizitätsversorgung in der Schweiz.

Der Bundesratsbeschluß vom 7. August 1918 über die Elektrizitätsversorgung des Landes, der am 15. August 1918 in Kraft getreten ist, bildet eine Erweiterung des Bundesratsbeschlusses vom 21. August 1917, der durch den ersteren aufgehoben wird. Durch diesen Beschluß wird das Volkswirtschaftsdepartement in die Lage versetzt, den Bau neuer Elektrizitätswerke zu fördern. Die wichtigsten Bestimmungen des Beschlusses sind die folgenden:

Art. 1. Um die Erzeugung des notwendigen Energiequantums zu sichern, ist die Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft berechtigt, nach Anhörung der in Betracht kommenden Elektrizitätswerke, folgende Maßnahmen zu treffen: *a*) Anordnung der vollständigen und rationellen Ausnutzung von Gefälle und Wassermenge bei vorhandenen hydro-elektrischen Anlagen. *b*) Förderung der Vollendung bereits im Bau begriffener sowie der Erstellung bereits konzessionierter hydroelektrischer Werke. *c*) Erhöhung der Leistung vorhandener Werke während der Niederwasserperiode durch Anlage künstlicher oder Abflußregulierung natürlicher Staubecken (Seen). *d*) Verteilung der direkten und indirekten Bau- und Betriebskosten der von der Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft oder einer ihr übergeordneten Behörde gemäß lit. *c* hiervor getroffenen Verfügung auf die an der betreffenden Maßnahme interessierten Werke im Verhältnis ihres Nutzens und Festsetzung der Eigentumsverhältnisse allfälliger mit der Maßnahme verbundener Anlagen und Einrichtungen.

Art. 2. Im Interesse einer möglichst gleichmäßigen Verteilung der vorhandenen Energie auf das ganze Land kann die Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft folgende Maßnahmen nach Anhörung der in Betracht kommenden Elektrizitätswerke treffen: *a*) Parallelschaltung bestehender Werke und Erstellung der hiefür notwendigen Anlagen und Einrichtungen. *b*) Anderweitige Maßnahmen, die ermöglichen, daß ein Werk oder eine Gruppe von solchen einer anderen Gruppe oder einem anderen Werk mit Energie aushelfen kann. *c*) Festsetzung aller Bedingungen, unter denen die in lit. *a* und *b* hiervor erwähnte gegenseitige Energieaushilfe zu erfolgen hat. *d*) Bau von Übertragungs- und Verteilungsanlagen durch die betreffenden Werke und Festsetzung der Bedingungen für die Mitbenutzung dieser Anlagen durch fremde Werke.

Dadurch, daß die Bedingungen gegenseitiger Stromaushilfe der Werke durch das Volkswirtschaftsdepartement festgesetzt werden können, wird ein Zusammenarbeiten der Werke in größerem Umfange eher praktisch durchführbar sein. Das Departement wird in weiteren Bestimmungen ermächtigt, in ganz besonderen Fällen die Abgabebedingungen bestehender Verträge den durch die heutigen Preisverhältnisse bedingten höheren Gestehungskosten elektrischer Energie anzupassen. Die Erzeugung elektrischer Energie mit Kohle, überhaupt auf kalorischem Wege, also auch durch Verfeuerung von Holz oder flüssigen Brennstoffen, ist verboten; die Knappheit in Brennstoffen erforderte diese Maßnahme. Besondere Bestimmungen betreffen die Sparmaßnahmen im Falle von Energiemangel.

Rundschau.

Kerbverbinder für elektrische Freileitungen. An Stelle der bekannten Nietverbindungen schlägt Dr. A. Vilanova in der „E. T. Z." Nr. 19 d. J. eine Leitungsverbindung vor, bei welcher die Enden der zu verbindenden Leitungen in eine Metallhülse von länglichem Querschnitt eingeschoben werden. Hierauf werden mit der Kerbzange in Richtung der größeren Querschnittachse der Hülse Einkerbungen auf beide Seiten in abwechselnder Reihenfolge eingepreßt; hiedurch entsteht eine große Reibung zwischen Hülse und Leitungsdrähten, die innerhalb der Hülse einen bei den bekannten Nietverbindungen wellenförmigen Verlauf nehmen. Man wählt für die Hülse entweder das gleiche Metall der Leitungen oder

versieht die Hülse mit einem haltbaren Überzug aus dem Leitungsmetall.

Nachstehend einige Versuchsergebnisse mit dem Kerbverbinder:

Querschnitt des Eisenseiles in mm²	25	35	50	70
Zugkraft in kg	1200	1600	2200	3000
Zugkraft in kg/mm²	48	46	44	43

Die Zugfestigkeit ist somit 85 bis 100% der des Seiles, die mit 40 bis 50 kg/mm² angenommen werden kann, entspricht also den Verbandsvorschriften.

Zur Herstellung der Einkerbungen benutzt man eine Zange, wobei die Hülse mit den beiden eingeführten Seilenden zwischen zwei dem Leitungsquerschnitt entsprechende Ansatzstücke der Zange eingelegt wird; mittels einer Kurbel und einer Spindel werden die Enden der Zangenschenkel hieraut zusammengedrückt. Der Verfasser weist aut die großen Vorteile dieser neuen Leitungsverbindung in bezug auf die Ersparnis an Material und Arbeitskräften hin.

Der größte Heroult-Ofen steht nach einer Mitteilung des „Electrician" in Pittsburg in Betrieb. Er ist für 20 t bemessen, doch kann er mit 25 bis 30 t beschickt werden. In 24 h sind sechs Chargen mit im Frischherd vorerhitztem Material möglich. 3 Heroult-Öfen großer Leistung werden in Gary (Indiana) aufgeführt. Es wird Stahl bester Qualität für Kriegszwecke erzeugt.

Die Firma Electro Metals Ltd. richtet in Ansaldo in Italien eine elektrische Schmelze ein. Im ganzen sollen Schmelzöfen für 24 000 PS aufgestellt werden; jetzt werden zwei Anlagen zu je 4000 PS gebaut. Die Anlage wird jährlich 150 000 t Erz umschmelzen können. Jedem Ofen sind drei Transformatoren zu 1200 kVA zum Anschluß an ein Drehstromhochspannungsnetz zugeordnet; die Sekundärspannung läßt sich in acht Stufen zwischen 35 und 70 V ändern.

Neue Bücher.

2422 **Albrecht, Dr. Ing. Richard.** „Die Akkumulatoren für Elektrizität." Zweite neu bearbeitete Auflage. Berlin und Leipzig 1918. G. J. Göschensche Verlagshandlung G. m. b. H. Preis Mk. 1·25.

2423 **Foerster, Ing. Fritz.** „Elektrolicht." Beleuchtungstechnisches Praktikum in gemeinverständlicher Bearbeitung. Frankfurt a. M. 1918. Verlag Kesselringsche Hofbuchhandlung (E. v. Mayer). Preis Mk. 5.

2424 **Russ E. Fr.** „Die Elektrostahlöfen." Berlin 1918. Verlag Julius Springer. Preis Mk. 12.

2425 **Morgner F. O.** „Die Heizerschule." Zweite umgearbeitete und vervollständigte Auflage. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 6.

2426 **Formanek, Dr. J.** „Benzin, Benzinersatzstoffe und Mineralschmiermittel, ihre Untersuchung, Beurteilung und Verwendung." Berlin 1918. Verlag von Julius Springer.

2427 **Gerolsky, Ing. W.** „Die Berechnung der Biegungs- und Torsionsfedern." Frankfurt a. M. West. 1918. Akademisch-Technischer Verlag Johann Hammel.

2428 **Körner Kamillo.** „Der Bau des Dieselmotors". Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis Mk. 30.

2429 **Benischke, Prof. Dr. Gustav.** „Der Parallelbetrieb von Wechselstrommaschinen." Zweite erweiterte Auflage. Braunschweig 1918. Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn. Preis Mk. 5·60.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

„Ariadne" Draht- u. Kabelwerke A.-G. Wien. Das Ministerium des Innern hat im Einvernehmen mit dem Handelsministerium dem Advokaten Regiegierungsrat Dr. Adolf Edlen v. Bachrach die Bewilligung zur Errichtung vorstehender Aktiengesellschaft erteilt.

Die schweizerische Karbidindustrie. Die Erzeugung von Karbid ist in der Schweiz gleich in den ersten Jahren heimisch geworden. Bereits um 1896 stellte die Aluminiumgesellschaft in Neuhausen Karbid her. Im folgenden Jahre wurden, wie

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

NST:MATERIAL
fabriziert und liefert
preiswert in erstklassiger Ausführung:
ELEKTROMOTOREN-
Ges. m. b. H. A. Magyar
Abt. 4: Elektromaterial
Wien XII, Breitenfurterstr. 53
Fordern Sie unsere soeben erschienene Material-Preisliste mit Angabe des Bedarfes

Gute Verbindungen gesucht
für jetzt und nach dem Kriege in allen Waren aus Österreich
für meine verschiedenen Abteilungen in
Elektrische Artikel aller Art, wie Stahlrohr (Isolierrohr), Zubehörteile usw.
Röhrenleg-Artikel aller Art, nebst Wasserröhren (auch Gußröhren) und Teile dazu.
Buchbinderei-Artikel aller Art, wie Zwirn, Heftdraht, Kaliko, Büchertuch, Moleskin, Wachstuch, Wienerpappe, Graupappe usw.
Schuhfabriks-Artikel aller Art.
Eisenwaren und Maschinen aller Art, wie Schwarzbleche (Röhrenbleche) Nr. 12 bis 26 Wellblech, galvanisierte Platten, Eisenband Eisendraht usw.
Zink in Platten und Blöcken, nebst Industrie-Artikeln aller Art, wie Farben, Leim, usw. usw.
Gute deutsche und österreichische Referenzen werden erteilt.
Ich kaufe in fester Rechnung gegen bar.
Ivar Engebretsen, Kristiania, Norw.
Telegramm-Adresse: EGO.

Digitized by Google

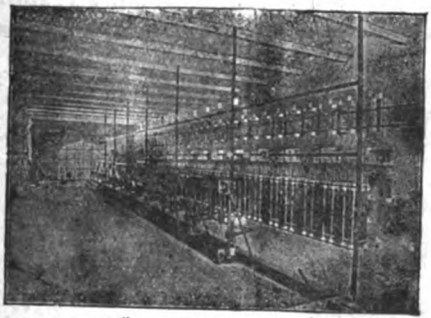
wir der „Z. f. angew. Chemie" entnehmen, Karbidfabriken in Vernier und Lutterbach errichtet. Das Elektrizitätswerk Lonza wurde 1898 gegründet, und begann mit der Karbidfabrikation in Gampel. Es folgte eine Reihe weiterer Gründungen: in Vernayaz, Flums, Gurtnellen, Hagneck, Chavornay. In dieser Periode arbeiteten die Karbidfabriken hauptsächlich für die Azetylenbeleuchtung. Etwa nach dem Jahre 1907 kam die autogene Schweißung hinzu. Aus dieser zweiten Periode, die wohl bis zum Beginn des Krieges gerechnet werden kann, stammt die Karbidfabrik in Kallnach (1914). Die Fabrik in Courtepin, Procédés Paul Girod, befaßte sich zunächst mit der Erzeugung von Legierungen und begann 1912 Karbid zuherstellen. Das Elektrizitätswerk Lonza hat seit dem Jahre 1906 bis auf den heutigen Tag seine Fabriken beständig erweitert und nimmt heute in Europa eine führende Stellung ein. Es übernahm die Fabrik in Thusis und gründete solche in Chèvres und Visp. In dieser zweiten Periode ließ sich Karbid auch schon für verschiedene chemische Produkte, namentlich Chlorderivate, verwerten. Aus dieser Zeit stammt der teilweise Zusammenschluß der Werke. In der dritten Periode, die noch heute besteht, entstand eine sehr rege Nachfrage nach Karbid, was die Entstehung neuer Fabriken in Aarau, Le Day, Vouvry, Bodio usw. zur Folge hatte. Verschiedene Elektrizitätswerke gliederten ihren Betrieben Karbidfabriken an, um die Abfallkraft besser auszunutzen.

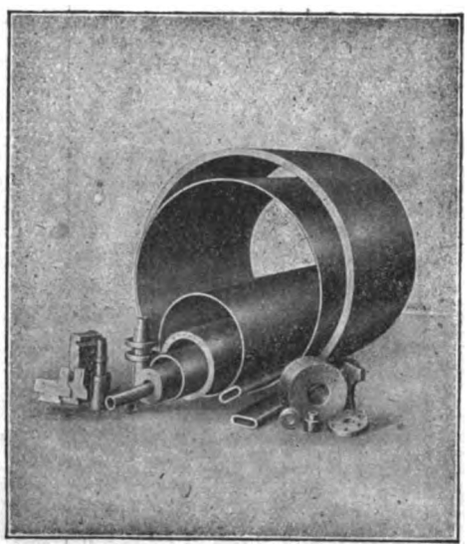
Entgegen den in verschiedenen Zeitungen wiederkehrenden Behauptungen von einem überragenden Einfluß deutschen Kapitals auf die schweizerische Karbidindustrie hat der schweizerische Elektrotechnische Verein festgestellt, daß sie eine nationale Industrie bis auf den heutigen Tag geblieben ist. Die einzigen Unternehmungen, an denen deutsches Kapital beteiligt ist, sind das Elektrizitätswerk Lonza und die Gotthardwerke in Bodio. Bei der ersteren Gesellschaft, die über 75 000 PS verfügt, dürften die deutschen Kapitalien fast sämtlich in dem deutschen Zweiggeschäft in Waldshut angelegt sein. Etwa 60 bis 65% der Erzeugung der Lonza wird nach den Mittelmächten ausgeführt. Auch ein großer Teil der Erzeugung der Gotthardwerke geht nach Deutschland. Diese sowie Lonza sind vom AEG- und Siemens-Konzern unabhängig.

Die elektrotechnische und metallurgische Industrie Italiens hat im Krieg einen großen Aufschwung mitgemacht. Ende 1916 zählte man, nach einer Statistik der „Revue financière" 311 elektrotechnische Firmen (Fabrikation und Stromerzeugung) mit einem investierten Kapital von 731·2 Mill. Lire. Ende 1917 bestanden 329 Firmen mit 903·1 Mill. Lire Grundkapital.

Auch die metallurgische Industrie hat einen bedeutenden Aufschwung zu verzeichnen. 238 Gesellschaften mit 703·2 Mill. Lire Ende 1916 stehen 268 Gesellschaften mit 874 Mill. Lire Ende 1917 gegenüber. Die Reserven betrugen 1916 26·50%, die Dividende im Mittel 6·94%.

Brüxer Straßenbahn- und Elektrizitäts-Gesellschaft. Die allgemeine Verschärfung der wirtschaftlichen Verhältnisse hatte für 1917 ein ungünstiges Ergebnis zur Folge. Die Gründe dafür liegen in der wiederholten Erhöhung der Kohlenpreise. Die Straßenbahn konnte zufolge der Schwierigkeiten in der Beschaffung geeigneter Materialien und geschulter Arbeitskräfte nicht mehr in Vollbetrieb erhalten werden. Ein weiterer Grund für das schlechte Ergebnis liegt in den wesentlich erhöhten Kosten für Gehälter und Löhne und in den Kosten der durchgeführten Beistellung von Lebensmitteln für das Personal. Sehr hohe Kosten sind auch dadurch erwachsen, daß der Strombezug aus anderen Zentralen mit wesentlich höheren Aufwendungen als sonst durchgeführt werden mußte. Hiezu kam auch noch, daß das Installationsgeschäft durch die Verordnung vom 1. September 1917 sehr behindert war, welche Verordnung die Ausführung von Neuanschlüssen der vorherigen behördlichen Genehmigung unterstellt. Der Ausgleich gegenüber all diesen schwierigen Momenten, welche die Elektrizitätswerke aufs schwerste zu

Société Générale des Condensateurs Electriques
Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.
Schutz von Leitungsnetzen
gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.
Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.


PERTINAX
HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK
UND WIRD IN
RÖHREN UND PLATTEN
GELIEFERT VON
MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Digitized by Google

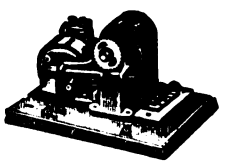
schädigen geeignet sind, ist einzig und allein in der Möglichkeit gelegen, höhere Strompreise und höhere Fahrpreise zu erzielen. Ohne die Möglichkeit, die gesteigerten Stromerzeugungskosten überwälzen zu können, müssen die stromliefernden Elektrizitätswerke notgedrungen einer trüben Zukunft entgegengehen. Trotz großer Anstrengungen ist es im Berichtsjahre leider nicht gelungen, jene Strompreise zu erzielen, welche den gegebenen Verhältnissen entsprochen hätten; erst im laufenden Jahre wurde die Bewilligung zu einer geringen Erhöhung der Strompreise und Straßenbahntarife gegeben, welche niedriger sind, wie jene zahlreicher Unternehmungen ähnlicher Verhältnisse; auch diese können die so erwünschte Sanierung nicht bringen. Ohne Rücksicht auf Kosten wurden im Hinblick auf die stets steigende Anforderung nach elektrischem Strom die Vergrößerung der Zentralstation in die Wege geleitet und die Bestellungen auf zwei Kessel von insgesamt 670 m² Heizfläche und einer Dampfturbinengruppe von 3000 kW Leistung nebst umfangreichen Baulichkeiten und Nebeneinrichtungen erteilt. Die Inbetriebsetzung dieser Anlagen dürfte bis zu Ende des laufenden Jahres erfolgen.

Der Fahrpark der Straßenbahn besteht z. B. aus 17 Personenmotorwagen, zwei Gütermotorwagen, sieben Anhänge-, vier Gütertransport- und einem Turmwagen. Die Betriebslänge der Straßenbahn beträgt 16·412 km Bei einer Verkehrsleistung von 338 376·2 Motorwagenkilometer und 137 825·2 Anhängewagenkilometer gegenüber 482 875 Motorwagenkilometer und 148 496 Anhängewagenkilometer im Vorjahre, wurden 1 240 456 Personen gegenüber 1 695 569 Personen im Vorjahre befördert. Der Mehranschluß des Lichtwertes im Jahre 1917 betrug 8594 Glühlampen, 74 Motoren mit 659·6 PS (593·6 kW) und 76 Apparate (27·4 kW). Der Gesamtanschluß betrug mit Ende des Jahres 1917: 68 176 Glühlampen, 113 Bogenlampen, 1027 Motoren mit 8101·5 PS (7291·4 kW) und 729 Apparate (223·7 kW). Der Vermögensausweis, sowie die Gewinn- und Verlustrechnung weist nach vorgenommener Abschreibung auf Anlagen einen Verlust von K 103 649 aus, welcher auf neue Rechnung vorgetragen wird.

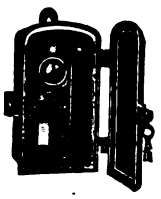
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.

PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

Strombegrenzer



Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame



Schaltuhr

VERTRETER:

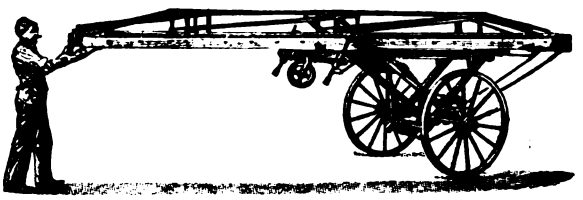
Für Österreich: **Dr. Paul Hellitscher & Co., Wien,** IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: **Jos. H. Fescumeyer, Prag-Zizkow,** Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: **Alexander Pinter, Budapest,** VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare **Schiebleitern** für Höhen von 10—30 m „ „ „ 5—15 „

Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.

Transmissionsleitern

Konkurrenzlose Qualität!



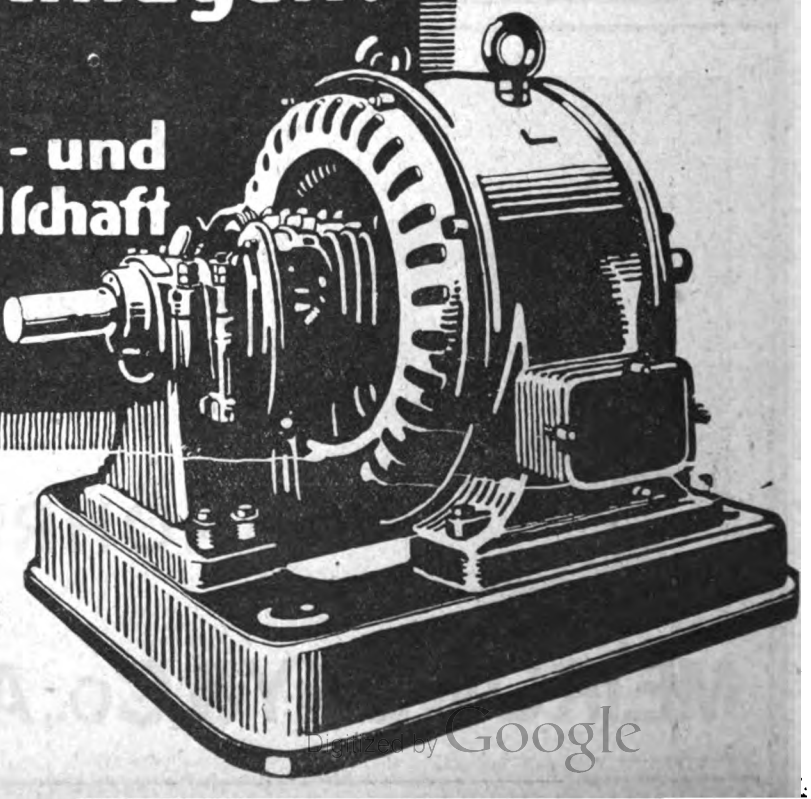
Stets vorrätig.

Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern

Fernspr. 146, 2949. **H. Kurlal, Graz.** Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.

Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich:
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 29. September **ANZEIGER** 1918 — Heft 39

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die elektrotechnische Weltindustrie während des Krieges. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Die elektrotechnische Weltindustrie während des Krieges.

Unter diesem Titel veröffentlicht Ing. P. Gurewitsch eine interessante Arbeit*), in der er auf Grund vorliegender statistischer Daten die Entwicklung der elektrotechnischen Industrie in den kriegführenden und neutralen Staaten beleuchtet. Über die deutsche und österreichisch-ungarische Aus- und Einfuhr sind im Gegensatz zu anderen Ländern keine Ziffern veröffentlicht worden; es können also direkte Vergleiche nicht gezogen werden. Immerhin zieht der Verfasser aus den veröffentlichten Bilanzen der großen Elektrizitätsgesellschaften seine Schlüsse, die auch hier zu Lande Beachtung verdienen. Er stellt zunächst fest, daß in sämtlichen Ländern, welche über eine hochentwickelte Elektroindustrie verfügen, diese, durch ihre maschinellen Einrichtungen begünstigt, sehr rasch zur Munitionsfabrikation übergehen und durch Heereslieferungen enorme Gewinne erzielen konnte, welche die vollständige Abschreibung sämtlicher Neuanschaffungen an Maschinen und Einrichtungen erlaubten, ganz abgesehen von weitgehenden inneren Rückstellungen. Aber auch die Fabrikation eigentlicher elektrotechnischer Artikel ist infolge des enormen Bedarfs der für das Heer arbeitenden Betriebe ungemein gestiegen; so schafften allein die Walzwerke in den Vereinigten Staaten 1916 Elektromotoren mit einer Gesamtleistung von mehr als 200 000 PS gegen 40 000 bis 60 000 PS im Jahresdurchschnitt 1905 bis 1915 an.

Die dreigrößten amerikanischen Elektrizitätsgesellschaften, von denen die General Electric Co. Ende 1917 ihr Kapital um 20 Mill. Dollars erhöhte, lieferten elektrotechnische Artikel 1912 für 200, 1914 für 188 und 1916 für 305 Mill. Dollars, die durchwegs mit Ausnahme von 7% für den Export bestimmten Lieferungen vom inneren Markt aufgenommen wurden. Aber auch die Ausfuhr stieg infolge des Aufhörens des deutschen Exports ganz außerordentlich und übertraf 1916 das sehr gute Ergebnis des Jahres 1913 um 43%.

Die schwedische Elektroindustrie deckte vollkommen den erhöhten Inlandsbedarf und richtete sich gut auf den Export, besonders nach Rußland, ein. Die bedeutendste dortige Gesellschaft, die „Asea" in Västeras steigerte ihren Reingewinn in den ersten zwei Kriegsjahren von 2·2 auf 12·4 Mill., erhöhte ihr Kapital von 26 auf 33 Mill. Kronen und gliederte sich eine Reihe von Fabriken, zum Beispiel eine Turbinenbauanstalt, Kabelwerk, Gießerei, Porzellanfabrik usw. an. Der Umsatz stieg von 1912 bis 1916 von 13·9 auf 39·4 Mill. Kronen, die Ausfuhr von 3·8 auf 10·9 Mill. Kronen; beides verdreifachte sich also. Die Lage des Unternehmens ist heute so stark, daß es auch nach dem Kriege keine ausländische Konkurrenz mehr zu fürchten braucht, im Gegenteil, infolge des Besitzes von Tochtergesellschaften in Dänemark, England und Rußland auch für den Export weiterhin günstige Aussichten hegen darf.

Die englische Elektroindustrie war derart für den Heeresbedarf beschäftigt, daß sie lange Zeit hindurch dem regulären Markt nur geringe Aufmerksamkeit widmen konnte und auch die Ausfuhr stark veranchlässigte, so daß diese von 7·670 Mill. Pfund Sterling (1913) auf 5·659 Mill. Pfund Sterling (1916) sank. Die Einfuhr ging in derselben Zeit von 2·932 auf 2·736 Mill. Pfund Sterling, also geringfügig zurück. Hauptsächlich traten als Lieferanten die Vereinigten Staaten auf. Die Fabrikation elektrischer Maschinen, elektrischer Zähl- und Meßinstrumente entwickelte sich während des Krieges derart, daß die Regierung im November 1917 ihre weitere Einfuhr verbot. Gurewitsch glaubt, daß das Land nach dem Kriege seinen ganzen Bedarf an elektrotechnischen Erzeugnissen selbst wird leicht decken können.

Anders steht es in Frankreich, dessen Import von 37·5 Mill. Francs 1913 auf 24·4 Mill. Francs 1915 sank, dann aber infolge intensiver Bautätigkeit, die sich wegen des enormen Bedarfes an elektrochemischen und metallurgischen Erzeugnissen besonders auf dem Gebiete der Ausnutzung der Wasserkräfte entwickelte, bedeutend stieg. Eine ähnliche Erscheinung zeigt der Export, der von 37·2 Mill. Francs im Jahre 1913 auf 26·3 Mill. Francs 1915 herabging, 1916 aber schon auf 46·3 Mill. Francs sich hob. und zwar vornehmlich durch Lieferung von Elektroden. Eine besonders lebhafte Geschäftsentwicklung wies dabei der Verkehr mit der Schweiz auf, welchem der Verfasser auch für die Zukunft Dauer voraussagt, in Anbetracht, daß der Aufbau der durch den Krieg zerstörten Provinzen allein 500 Mill. Francs elektrotechnische Erzeugnisse benötigen wird. Die jährliche Eigenproduktion Frankreichs an elektrotechnischen Fabrikaten wurde vor dem Kriege auf 220, von anderen Seiten auf 300 Mill. Francs, das ist weniger als der fünfte Teil der deutschen und der sechste Teil der amerikanischen Produktion, geschätzt. Er reichte also bei weitem nicht aus, den normalen Bedarf des Landes zu decken. Vermutlich wird Frankreich auch nach dem Kriege einer der besten Abnehmer für die Schweiz, England und die Vereinigten Staaten bleiben; ob Deutschland, das 1913 noch für 18 Mill. Mark elektrische Artikel nach Frankreich exportierte, diese Konkurrenz wird bestehen können, ist fraglich.

Die italienische Elektroindustrie war vor dem Kriege noch ganz schwach entwickelt und deckte ihren Bedarf größtenteils im Auslande, insbesondere in Deutschland, das allein für 32 Mill. Lire dorthin exportierte. Nach dem Eintritt Italiens in den Krieg ging das Geschäft großenteils an die Schweiz über, die ihre Einfuhr besonders an Glühlampen, Telephon- und Telegraphenapparaten in steigendem Maße erhöhte.

Die russischen elektrotechnischen Fabriken konnten während des Krieges bedeutend höhere Dividenden austeilen als im Frieden und haben fast durchwegs ihre Kapitalien erhöht, so die Allgemeine Elektrizitäts-Kompagnie, welche die liquidierte Tochtergesellschaft der Berliner Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft übernahm, von 12 auf 24 Mill. Rubel, wobei der Staat ein Drittel der Aktien erhielt. Neuerdings soll eine weitere Erhöhung auf 36 Mill. Rubel erfolgt sein. Da durch die Umwälzung in Rußland die Verhältnisse der Gesellschaften jedenfalls beeinflußt worden sind, dürften die diesbezüglichen Mitteilungen Gurewitsch's überholt sein und können hier übergangen werden.

Hingegen interessieren ganz besonders seine Angaben über die außerordentliche Entwicklung der japanischen Elektroindustrie, die vor dem Kriege noch gar keine Rolle spielte, jetzt aber nicht nur den einheimischen bedeutenden Bedarf deckt — die Einfuhr belief sich bereits 1912 auf 35 Mill. Francs, hauptsächlich aus Deutschland (50%) und aus England (30%) — sondern auch als Lieferant auf dem Weltmarkte auftritt. Während die Gesamtausfuhr Japans an elektrotechnischen Artikeln 1914 mit nur 2·470 Mill. Francs bewertet wurde, betrug sie allein in den ersten 10 Monaten des Jahres 1916 über 100 Mill. Francs, zeigte also einen ganz beispiellosen Fortschritt. Durch den Besitz großer Kupfermengen zu billigen Preisen im eigenen Lande, wird Japans Elektroindustrie auch nach dem Friedensschluß einen großen Vorsprung vor der europäischen Konkurrenz besitzen. Es wird diese voraussichtlich nicht nur vom ostasiatischen Markte verdrängen, sondern den Kampf mit ihr vielleicht auch auf deren bisherigen Domänen suchen. Jedenfalls erwuchs in ihr den Ländern, die bisher auf diesem Gebiete den Vorrang besaßen, ein durchaus nicht zu verachtender Gegner.

Nach Ansicht von Gurewitsch zog die schweizerische Elektroindustrie vom Kriege mehr Schaden als Nutzen infolge der enormen Schwierigkeiten, die der Mangel an Rohmaterialien und Arbeitern und das Verkehrswesen bereitete. Dem Werte nach haben sich allerdings die jährlichen mittleren Ausfuhrziffern bis 1917 nicht wesentlich geändert, wohl aber der Menge nach. Einzelne Artikel ergaben immerhin sehr günstige Resultate, so zum Beispiel die Ausfuhr von Apparaten und Instrumenten, auch die von Akkumulatoren, besonders nach Frankreich, und vor allem die von Glühlampen, deren Exportziffern sich von 1913 bis 1915 vervierfachten. Allerdings verdoppelte sich auch die Einfuhr, an der Deutschland 1916 mit 75% partizipierte. Andererseits war aber Deutschland der beste Abnehmer von Schweizer elektrischen Maschinen und Apparaten, insbesondere infolge des bei ihm herrschenden Mangels an Kupfer. Der Verfasser glaubt, daß infolgedessen auch in der Übergangszeit die Schweiz in Deutschland einen guten Absatz finden wird. Nach Österreich-Ungarn lieferte dieses Land 1913 für 1·125 Mill. Franken, 1914 für 0·525, 1915 für 0·893, 1916 für 1·368 und in den ersten neun Monaten von 1917 für 1·211 Mill. Franken elektrische Maschinen. Der Absatz an sonstigen Artikeln war ziemlich unbedeutend. In Holland wußte die Schweiz Deutschland zu verdrängen und erzielte steigenden Absatz; während 1913 die Verkäufe elektrischer Maschinen in Holland nur 0·277 Mill. Franken ausmachten, erreichten sie in den ersten neun Monaten 1917

*) Bulletin Schweiz. elektrotechnischer Verein, 1918, Heft 1, Seite 9.

Digitized by Google

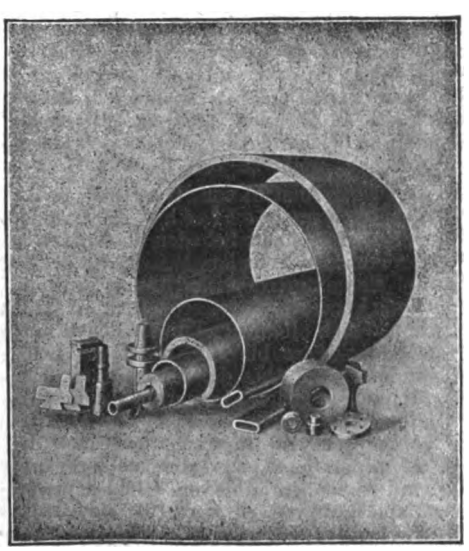
1·355 Mill. Franken. Gurewitsch glaubt aber, daß die Schweiz nach dem Kriege die Lieferungen wieder an Deutschland wird abtreten müssen. Dagegen hatte sie schon vor dem Kriege in Spanien einen recht guten Kunden, dessen Bezüge voraussichtlich auch nach dem Kriege noch bedeutend wachsen werden, da seine industrielle Entwicklung rasch vor sich geht. Auch in den südamerikanischen Ländern hat die Schweiz während des Krieges nicht unbedeutende Erfolge erzielt, an deren Dauer allerdings Gurewitsch nicht glaubt, da später die intensive Konkurrenz der Vereinigten Staaten kaum wird bestanden werden können.

Zum Schlusse erörtert der Verfasser die allgemeinen Aussichten für die elektrotechnische Weltindustrie nach dem Kriege. Er schätzt den Bedarf an elektrotechnischen Erzeugnissen für den Wiederaufbau der durch den Krieg zerstörten Gegenden auf etwa 1 Milliarde Franken, hält aber auch den späteren normalen Bedarf für enorm hoch. Die allgemeine Kohlenteuerung wird eine möglichst rasche Ausnutzung der Wasserkräfte, Braunkohlenfelder und Torfmoore erfordern, die Elektrifizierung der Bahnen in den meisten Ländern nicht mehr aufgeschoben werden können. Die Notwendigkeit, behufs Verbilligung der Produktionskosten die Frachtspesen zu verringern, wird zum besseren Ausbau der Wasserstraßen zwingen, der rationell nur Hand in Hand mit der Ausnutzung der Wasserkräfte gehen können wird. Auch die Ausführung der Bewässerungsprojekte in Italien, Rußland usw. wird die Errichtung großer Wasserkraftelektrizitätswerke fördern. Die in den meisten Ländern geplante Rationalisierung der Elektrizitätswirtschaft wird den Industrien dieser Länder für längere Zeit große und lohnende Aufträge zuführen. Enorme Mengen elektrischer Energie werden die elektrochemischen und metallurgischen Werke, denen man noch für lange Zeit eine sehr gute Konjunktur voraussagen kann, aber auch manche andere Industriezweige erfordern. Die elektrotechnische Industrie nimmt immer mehr den Charakter einer Schlüsselindustrie an, von der die gedeihliche Entwicklung aller anderen Industrien in hohem Maße abhängt. Hieraus ist zu schließen, daß der Weltbedarf an elektrischen Maschinen und Einrichtungen außerordentlich steigen wird.

Diesen günstigen Aussichten stehen aber auch nicht zu unterschätzende Besorgnisse gegenüber. Die finanzielle Erstarkung der elektrotechnischen Fabriken wird den Konkurrenzkampf ungemein steigern. Zahlreiche neue Werke sind bereits entstanden, viele andere werden entstehen, denn ebenso wie die elektrotechnischen Fabriken am leichtesten zur Munitionsfabrikation übergehen konnten, werden umgekehrt viele Munitionsfabriken sich leicht auf die Herstellung elektrotechnischer Artikel einrichten können. Ein intensiver Kampf zwischen den elektrotechnischen Industrien der exportierenden Länder steht deshalb bevor, in dem diejenigen die besten Aussichten auf Erfolg haben, welche durch geringere Steuerbelastung, schnellere Liefermöglichkeit und die beste Organisation aller finanziellen, technischen und wissenschaftlichen Kräfte einen Vorsprung besitzen.

Über die Aussichten Deutschlands und Österreich-Ungarns äußert sich der Verfasser nicht. Es geht aus seinen Ausführungen hervor, daß die weltbeherrschende Stellung Deutschlands auf elektrotechnischem Gebiete sich nicht leicht wird behaupten lassen können, denn abgesehen vom psychologischen Momente, das vielleicht mit der Zeit wieder in den Hintergrund tritt, ist zu berücksichtigen, daß in seinen besten Absatzgebieten sich während des Krieges eigene Industrien entwickelt haben, die den Innenmarkt zu behaupten unschwer imstande sein werden und daß vielfach, besonders in den Vereinigten Staaten und in Japan neue gefährliche Konkurrenten entstanden sind. Allerdings darf man auch nicht vergessen, daß der Bedarf der Mittelmächte selbst in den nächsten Zeiten ein ganz ungeheurer sein wird und daß deshalb die Fabriken auf den Export zunächst nicht so angewiesen sein werden. Bis ersterer vollauf gedeckt ist, werden Jahre vergehen und wenn dann wieder der Konkurrenzkampf auf dem Weltmarkte auftritt, wird derjenige am besten ab-

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.



PERTINAX

HERVORRAGENDER ERSATZ FÜR FIBER UND HARTGUMMI IST DAS BESTE ISOLATIONSMATERIAL FÜR DIE ELEKTROTECHNIK

UND WIRD IN

RÖHREN UND PLATTEN

GELIEFERT VON

MEIROWSKY & Co., A.-G., PORZ AM RHEIN

Kurials zweiteilige
Holzriemenscheiben
für Fest-Leer-Lauf.
Stufen-Seil-Scheiben in allen Größen.
Zahnradkämme! Solideste Ausführung!
H. KURIAL, Spezial-Fabrik
GRAZ, Wienerstr. 198. Fernspr. 146.

Isolierrohre
Leitungsmaterialien (Drähte und Litzen)
Elektromotoren
Spiralbohrer, Sägeblätter
Schmirgelscheiben
Drehbänke usw.
liefern Ing. J. Confovich & Co., Wien I, Laurenzerberg 4 (Fernspr. 19189).

Digitized by Google

schneiden, der durch günstigste Gestaltung seiner Produktionsbedingungen sowie seiner technischen und kommerziellen Leistungsfähigkeit am besten gerüstet sein wird.

E. H.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Elektrisierungspläne holländischer Eisenbahnen. Über dieses Thema hat Geesteramus kürzlich im Koninklijk Institut van Ingenieur einen bemerkenswerten Vortrag gehalten*). Indem wir von der Wiedergabe der angeführten Einzelheiten bezüglich der örtlichen Verhältnisse und der sehr eingehend aufgeführten allgemeinen Vorteile der elektrischen Zugförderung absehen, wollen wir hauptsächlich bei den Ergebnissen der bereits seit längerer Zeit im Betriebe stehenden Südholländischen Elektrischen Bahn Rotterdam—Haag—Scheveningen verweilen, die für die weiteren holländischen Elektrisierungspläne als Muster zu dienen bestimmt ist.

Auf dieser Strecke wurden bisher täglich mit 3300 Sitzplätzen in 15 Dienststunden 50 000 Reisende über rund 30 km mit dazwischen gelegenen Wendestationen befördert. Jeder Zug machte im Durchschnitt an einem Tage sieben Reisen hin und zurück. Mit Dampflokomotiven und so geringen Stationsabständen hätte das nicht erreicht werden können. Wenn mehr Zugeinheiten zur Verfügung gestanden hätten, wäre es sogar möglich gewesen, mit denselben Bahnhofsanlagen durch Erhöhung der Zugdichte von 10 auf 5 min ungefähr die doppelte Leistung zu erhalten, und auch dies hätte noch nicht die Grenze des Erreichbaren bedeutet. In wirtschaftlicher Beziehung kann ebenfalls auf die Erfahrungen beim Betriebe der genannten Bahn verwiesen werden, die erst 1909 gänzlich eröffnet worden ist und woselbst der elektrische Betrieb noch keineswegs so dicht ist, wie man ihn jetzt auf solchen Strecken einzurichten pflegt. In dem Umstand, daß das Anlagekapital infolge der beim Bau aufgewendeten großen Enteignungskosten außergewöhnlich hoch war, haben Sachverständige ein großes Hindernis für eine gute Wirtschaftlichkeit befürchtet. Die Betriebsergebnisse in den Jahren 1915 und 1916 waren aber derart, daß ein befriedigender Überschuß erzielt wurde und ansehnliche Beträge abgeschrieben werden konnten. Die Verkehrsvermehrung übertrifft die aller holländischen Bahnlinien. Es ist daher anzunehmen, daß ähnliche Erfolge auch bei den anderen niederländischen Bahnen, deren Umwandlung auf elektrischen Betrieb geplant ist, eintreten werden. Diese Umwandlung wird für folgende Strecken vorgeschlagen:

Amsterdam—Haag—Rotterdam.,

Amsterdam—Hilversum,

Amsterdam—Zaanstreek—Beverwijk—Haarlem (Ymuiden),

Rotterdam—Maassluis.

Auf der Strecke Haag—Schiedam—Rotterdam könnte auch der Bau von vier und sechs Geleisen, wenn nicht gänzlich unterbleiben, so doch auf Jahre hinaus verschoben werden, wie beispielsweise bei der Lancashire and Yorkshire Railway, welche bei Dampfbetrieb viergeleisig geführt werden mußte, der elektrische Betrieb bei ungefähr doppelter Zugdichte den Verkehr fast auf der ganzen Strecke mit zwei Geleisen bewältigen konnte.

Der Personen- und Güterverkehr einiger niederländischer Eisenbahnstrecken hat in den letzten zehn Jahren in einem Umfange zugenommen (beim Personenverkehr bis zu 43 und 58%), der schleunigste Maßnahmen erheischt. Da Holland sehr dicht bevölkert ist und seine Bahnen auf einigen Linien einen großen Verkehr über kurze Abstände zu bewältigen haben, ist das Bedürfnis nach Bahnen mit dichter Zugfolge in regelmäßigen Zwischenräumen vorhanden. Die Erfahrung lehrt aber, daß bei Dampfbetrieb die durch den größeren Verkehr entstandene Zunahme der Belastung unter Zugrundelegung derselben Geschwindigkeit statt der gewünschten Beschleunigung eine Verlängerung der Reisedauer hervorrufen muß. Es liegt daher bei der überwiegenden

*) Z. f. Kleinbahnen, Aug. 1918.

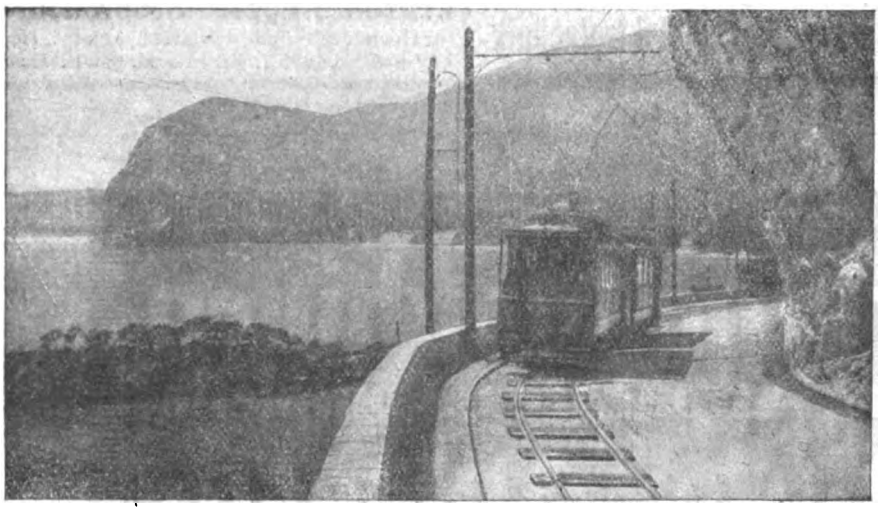
·hiw·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.

·hiw·



·hiw·

Masten Schwellen

imprägniert

(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)

kyanisiert

(System Kyan).

·hiw·

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.

MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.

ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr: 8

Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS

ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google

Mehrheit der holländischen Eisenbahnen das Bedürfnis zur Einführung der elektrischen Zugförderung vor. *Lp.*

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Die British Thomson-Houston Co. (Ltd.), die im Juli ihren Geschäftsbericht für das abgelaufene Geschäftsjahr veröffentlicht hat, weist einen Nettonutzen von Pfd. St. 329 664 nach Rückstellung des mutmaßlichen Steuerbetrages für das Jahr 1917 aus. Einschließlich des Vortrages verbleiben Pfd. St. 343 586, wovon u. a. Pfd. St. 80 000 dem Kapital-Reservefonds überwiesen und Pfd. St. 106 632 auf Anlagekonto abgeschrieben wurden. Eine Dividende wird für das abgelaufene Jahr nicht verteilt; Pfd. St. 53 743 werden auf neue Rechnung vorgetragen. Die gesamte Produktion ist direkt oder indirekt für Regierungszwecke verwandt worden. Jedoch wurden eine Reihe Organisationen für die Fortentwickelung der Gesellschaft nach dem Kriege geschaffen, über die Einzelheiten noch nicht bekannt gegeben werden können. *Lp.*

Sonderkurse über Patent-, Muster- und Markenschutz.

An der k. k. Exportakademie hält Herr Ing. G. A. Witt, k. k. Oberkommissär des Patentamtes, einen Sonderkurs über Patent-, Muster- und Markenschutz, welcher am Montag, den 14. Oktober, 7 Uhr abends beginnt. (Gebühr K 5, Anmeldung am 7. Oktober von 9 bis 1 und 3 bis 5 Uhr.)

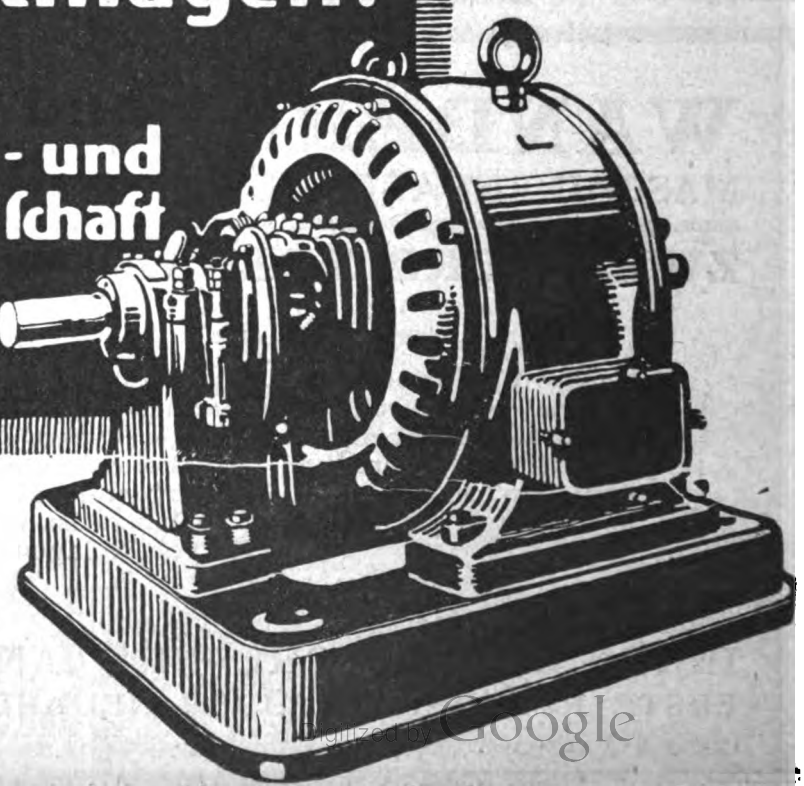
E. JORDAN
KINO- U. ELEKTRO-MATERIAL-GES. M. B. H.
WIEN VII, NEUSTIFTGASSE 115a 7
Telegramme „INGOR" Fernruf 35.255

Vollständige Kinoeinrichtungen.

Ein- u. Verkauf von Dynamomaschinen u. Elektromotoren sowie aller Bedarfsartikel für Elektrotechnik

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette elektrische Anlagen.



Elektrizitäts- und Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**

Bureau für Wien und Niederösterreich
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.

Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 6. Oktober **ANZEIGER** 1918 — Heft 40

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Weitere Arbeitsmöglichkeiten für Kriegsblinde in der elektrotechnischen Industrie (II. Teil). — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Weitere Arbeitsmöglichkeiten für Kriegsblinde in der elektrotechnischen Industrie*) (II. Teil).

Von Paul H. Perls.

In Heft 8, 1917, des „Anzeiger" wurde berichtet, wie weit es seinerzeit dem Kleinbauwerke der Siemens-Schuckertwerke in Siemensstadt bei Berlin gelungen war, Kriegsblinde in seinen Werkstätten zu beschäftigen. Inzwischen konnte man die Ansprüche an die Arbeitsleistungen der Blinden wesentlich erhöhen und soll nachstehend darüber kurz berichtet werden.

Abb. 1. Halbautomat. Gleichzeitiges Einschrauben von 3 Schrauben in Schalenhalter.

I. Arbeiten von Hand.

Von den gewöhnlichen Handarbeiten, wie Gewindeprüfungen und Lehrarbeiten ist man immer mehr abgekommen. Den Männern bietet diese ausgesprochene Frauenarbeit nicht das nötige Interesse, sie ist langweilig und es kam vor, daß Blinde dabei einschliefen. Da die Arbeiten im Stücklohn gemacht werden, wurden nur geringe Verdienste erzielt, die natürlich Unzufriedenheit hervorriefen und darum zu Unzuträglichkeiten führten.

Zu erwähnen wären noch folgende Handarbeiten:

1. Falten von Pappkartons. Dieselben werden vorher flach zusammengelegt angeliefert (für Schmelzstöpsel, Schalter u. a. m.).

2. Zusammensetzen von vier Eisenteilen. Peschelrohrbogen und Eckstücke, die an den Enden mit Halteringen versehen werden.

3. Metallstücke auf Grundplatten befestigen (Streifensicherungen).

*) Ausführliche Berichte mit vielen Abbildungen „Kriegsblinden-Beschäftigung in der Werkstatt" und „Unfallverhütung bei der Beschäftigung Kriegsblinder in gewerblichen Betrieben" können von Direktor Perls, Siemensstadt, kostenlos bezogen werden. S. a. „Arbeitsmöglichkeiten für Blinde, insbesondere Kriegsblinde" von K. Niepel, Direktor der städtischen Blindenanstalt zu Berlin, Karl Heymanns Verlag, Berlin 1918, sowie die „Blindenlazarettschule des Vereinslazarettes St. Maria Victoria-Heilanstalt zu Berlin" von Geheimrat Silex und Betty Hirsch, Selbstverlag, Berlin 1918.

II. Arbeiten von Maschinen.

Wenn man bedenkt, welche teilweisen schweren Arbeiten die Kriegsblinden früher verrichten mußten, so ist es ohne weiteres zu verstehen, daß, wenn man durch Vorrichtungen an Maschinen und Werkzeugen in der Lage ist, die Blinden vor Unfällen zu schützen, die Maschinenarbeit der Handarbeit vorgezogen wird. Die Kräfte können sich besser ausarbeiten, auch bringt ihnen das Geräusch bei der Bearbeitung des Werkstückes durch das Werkzeug das Verständnis für die Arbeit näher. Sie sind gezwungen, über die einzelnen Handgriffe nachzudenken, die Arbeit wird ihnen interessant und die Zeit vergeht im Fluge. Das Endergebnis ist gute Verdienste, die sie vorher nicht glaubten erzielen zu können und das Bewußtsein, ihre Selbständigkeit bei der Arbeit wiedergewonnen haben. Ein deutliches Beispiel für richtige Verwendung Blinder bei schwereren Arbeiten ist folgender Fall: Ein früherer Schmiedemeister H., durch die lange Lazarettzeit etwas behäbig geworden, wurde auf seinen Wunsch sitzend an der Tischbohrmaschine, also mit leichter Maschinenarbeit beschäftigt. Schon nach einiger Zeit fühlte er sich nicht wohl und erkrankte später an den Unterleibsorganen. Wie es sich nachher herausstellte, konnte er die früher ungewohnte sitzende leichte Beschäftigung nicht vertragen. Nach Gesundung wurde er stehend an der Ständerbohrmaschine mit dem Bohren von Eisengußstücken beschäftigt, welche Arbeit er nunmehr dauernd mit bestem Erfolge auch für die Gesundheit ausführen konnte.

Folgende Maschinenarbeiten sind noch hinzugekommen:

4. Handhebelpresse — Nietarbeiten (mit Handforträumer versehen).

5. Fußhebelpresse — Abschneiden von Drahtenden (Messer besonders geschützt).

6. Aufreiben von Rohrenden und Einfetten der Innenseiten

Abb. 2. 4spindlige Bohrmaschine. Bohren von verschiedenen Löchern mit Schablonenführung auf dem Bohrtisch.

an kreisender Bürste. Die Hand wird an einem Brett entlang in die gewünschte Richtung gebracht.

7. Fräsmaschine.
   - *a*) Tischfräsmaschine.
   - *b*) Ständerfräsmaschine.
   - *c*) Arbeiten an zwei halbautomatischen Ständerfräsmaschinen zu gleicher Zeit. (Die Fräser sind durch Hauben gut geschützt.)

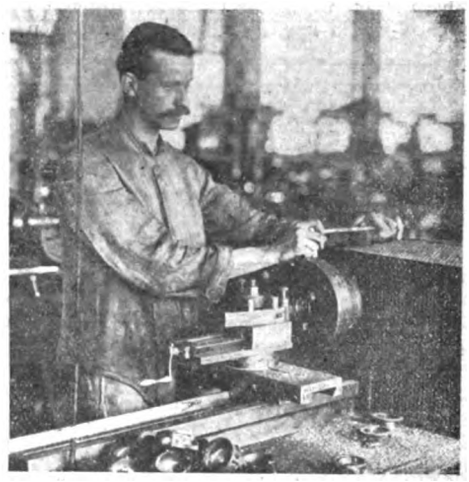


Abb. 3. Arbeiten an der Drehbank. (Alle sich bewegenden Teile sind geschützt.)

Nuten einfräsen an Zünderkörper — Schlitzen von Steckerstiften u. a. m. Die Fräser sind mit Schutzhaube versehen.

8. Feilmaschine.

Entgraten von Längsschlitzen an Zünderteilen vermittelst Dreikantfeile. — Die Vorrichtung sorgt für richtige Lage der arbeitenden Hand.

9. Halbautomat zum gleichzeitigen Einschrauben von drei Rändelschrauben (Schalenhalter). Alle kreisenden Teile sind geschützt.

10. Bohrmaschine. (Abb. 1.)
   - *a*) Tischbohrmaschine.

Entgraten von Zünderteilen durch einen kleinen Fräser.

   - *b*) vierspindlige Bohrmaschine. (Abb. 2.)

Bohren von acht verschiedenen Löchern in Gußeisenteile in normale Lehren mit Schablonenführung auf dem Bohrtisch.

   - *c*) Ständerbohrmaschine.

Bohren von Gußstücken für gekapselte Installationsmaterialien.

   - *d*) halbautomatische Ständerbohrmaschine.

Die Bedienung dieser beiden Maschinen wurde nach kurzer Anlernzeit mit bestem Erfolge ausgeführt.

11. Drehbank.
   - *a*) normale Drehbank. (Abb. 3.)

Die verschiedensten An- und Ausdreharbeiten wurden an der Tisch- und normalen Drehbank ausgeführt.

Digitized by Google

b) halbautomatische Drehbank und gleichzeitige Bedienung der Handhebelpresse (wie unter 4).

Dieselben Arbeiten wie unter 11 *a*. Während des automatischen Vorschubes, welcher die Beendigung der Arbeit durch Klingelzeichen anzeigt, wird an der Handhebelpresse gearbeitet; in derselben Weise werden zwei halbautomatische Drehbänke bedient.

An den sonstigen Erfahrungen hat sich wenig geändert, im großen und ganzen sind die Leute, wenn sie sich einmal entschlossen haben, in die Fabrik arbeiten zu gehen, auch arbeitswillig und werden alle Schwierigkeiten leicht und schnell überwunden.

Bis Oktober 1918 wurden im Kleinbauwerke 49 Kriegsblinde ausgebildet, sowie 35 männliche und 12 weibliche Pfleglinge von Blindenanstalten beschäftigt. Der Verdienst schwankt zurzeit im Stücklohn zwischen Mk. 0·80 und Mk. 1·49 die Stunde; in einigen Fällen haben die Blinden bessere Verdienste bei denselben Arbeiten erzielt als die Arbeiterinnen. Die verheirateten Blinden werden nach Möglichkeit in Siemensstadt oder näherer Umgebung des Werkes untergebracht, um ihnen das unbequeme und auch gefahrvolle Fahren zu ersparen. Die Unverheirateten, die in Groß-Berlin keinerlei Beziehungen haben, werden soweit als möglich im „Ledigenheim für Kriegsblinde" Charlottenburg, Königin Luisestraße 10, welches in der Nähe des Werkes von privater Seite eingerichtet wurde, untergebracht, andere in Schlafstellen bei guten Leuten ebenfalls in der Nähe des Werkes. Die Maßnahmen für die Unfallverhütung haben sich gut bewährt, werden dauernd beachtet und erweitert. Unfälle sind bisher nicht vorgekommen. Es arbeiten jetzt auch Blinde mit einem Arm zum Beispiel an der Tischbormaschine, wobei der Handhebel durch den Fuß betätigt wird, und auch solche mit Kunstbein. Die Rente hat sich inzwischen auch durch einen ab 1. Juli 1918 gültigen Rentenzuschlag vermehrt, so daß zum Beispiel ein kriegsblinder Gemeiner jetzt Mk. 150 pro Monat Militärrente erhält, höhere Chargen entsprechend mehr, dazu Mk. 10 bis Mk. 15 Invalidenrente.

Die Siemens-Schuckertwerke haben den Blinden ein Sparkonto mit 5% Verzinsung eingerichtet; das Geld kann jederzeit wieder erhoben werden. Bei obigem Verdienste zuzüglich der Rente können die Kriegsblinden den Verhältnissen entsprechend gut leben und sich auch, was durchaus zu befürworten ist, bei richtiger Wahl der Frau, eine Familie gründen und standesgemäß für sie sorgen. Viele andere Werke in Deutschland haben sich inzwischen auch entschlossen, Blinde zu beschäftigen, so daß es stellungslose arbeitswillige und gesunde Blinde zurzeit nicht mehr gibt.

Es sei noch die Mitteilung des Landesdirektors der Provinz Brandenburg an die Industrie erwähnt, die zum Schluß sagt:

„Wenn die Kriegsbeschädigtenfürsorge alles tut, um eine zweckentsprechende Ausbildung der Kriegsblinden herbeizuführen, so ist es klar, daß ihre Tätigkeit nur dann einen dauernden Erfolg haben kann, wenn es ihr gelingt, die Kriegsblinden in geeigneten dauernden Stellungen unterzubringen. Es ist eine Ehrenpflicht des deutschen Volkes, den Kriegsblinden hiebei jede Hilfe zuteil werden zu lassen. In der Erfüllung dieser Ehrenpflicht werden gerade auf diesem Gebiete die Großfirmen des Handels und der Industrie an der Spitze stehen müssen, weil in ihren großen Betrieben mit ihren mannigfachen Beschäftigungsarten am ehesten sich die Gelegenheit einer zweckentsprechenden Unterbringung ermöglichen läßt."

Rundschau.

Sigma-Cellon-Isolierband. Darunter ist nach einer Notiz in Z. V. D. I. ein zähes Papierband mit Zellonränkung zu verstehen. Wegen seiner großen Dehnbarkeit schmiegt es sich beim Wickeln wie Gummi allen Unebenheiten an und umschließt die umwikkelten Teile luftdicht. Fette, Petroleum,

Imprägnierte Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Komplette Einrichtungen zum
Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Gute Verbindungen gesucht

für jetzt und nach dem Kriege in allen Waren aus Österreich

für meine verschiedenen Abteilungen in

Elektrische Artikel aller Art, wie **Stahlrohr** (Isolierrohr), **Zubehörteile** usw.

Röhrenleg-Artikel aller Art, nebst Wasserröhren (auch Gußröhren) und Teile dazu.

Buchbinderei-Artikel aller Art, wie Zwirn, Heftdraht, **Kaliko,** Büchertuch, Moleskin, Wachstuch, Wienerpappe, Graupappe usw.

Schuhfabriks-Artikel aller Art.

Eisenwaren und Maschinen aller Art, wie Schwarzbleche (Röhrenbleche) Nr. 12 bis 26 Wellblech, galvanisierte Platten, Eisenband Eisendraht usw.

Zink in Platten und Blöcken, nebst **Industrie-Artikeln aller Art,** wie Farben, Leim usw. usw.

Gute deutsche und österreichische Referenzen werden erteilt.

Ich kaufe in fester Rechnung gegen bar.

Ivar Engebretsen, Kristiania, Norw.
Telegramm-Adresse: EGO.

Digitized by Google

verdünnte Säuren und Gase greifen das Band nicht an, bei hoher und niederer Temperatur wird es nicht spröde. Die Firma Stotz & Co. Elektrizitäts-G. m. b. H. in Mannheim verwendet das Isolierband zum Schutz von Freileitungsklemmen gegen atmosphärische und elektrolytische Zerstörungen und als Ersatz für Gumminippel-Muffen.

Die Wirkung reiner Oberflächen der Beleuchtungskörper auf die Beleuchtung. Darüber berichtet Ward Harrison in „Electric Review & Western Electrician". Die angeführten Daten zeigen, daß eine Verminderung an Licht bis zu 30% stattfinden kann, wenn die Lampen und Reflektoren längere Zeit hindurch nicht vom Staub gereinigt wurden. Aber auch eine Zimmerdecke in einem Raum mit indirekter Beleuchtung, die längere Zeit nicht geputzt wurde und daher die Farbe verloren hat, trägt zu einer bedeutenden Verminderung der Beleuchtung bei. In dem Raum, über welchen berichtet wird, war die Zimmerdecke ursprünglich von gelblicher Farbe, durch eine zweijährige Abnutzung jedoch geschwärzt. Nachdem die Reflektoren gereinigt, neue Lampen installiert und die Decke frisch gemalt wurde, ergab sich folgendes Resultat:

Die Beleuchtung wurde durch die Reinigung der Reflektoren um 25%, durch den Einsatz neuer Lampen um 40% und durch die vollkommene Renovierung der Decke um 81% verbessert.

Beleuchtungstechnik in Japan. In Japan ist kürzlich, wie die „Voss. Zeitg." berichtet, eine „Beleuchtungstechnische Gesellschaft" gegründet worden, und es dürfte sich Japan auf beleuchtungstechnischem Gebiete bald vollkommen selbständig machen. Die Japaner stehen im Begriff, eigene Methoden zu entwickeln und die beleuchtungstechnischen Probleme in einer Weise in Angriff zu nehmen, die zweifellos auch das Interesse der anderen Völker beanspruchen dürfte. Die Lichtquelle für die Innenbeleuchtung sowohl wie für die Straßenbeleuchtung war im alten Japan ausschließlich die Papierlaterne, welche durch große Flächen mit einer verhältnismäßig geringen Flächenhelligkeit gekennzeichnet war. Diese Beleuchtung darf als der halbindirekten nahe verwandt angesprochen werden, und es steht daher zu erwarten, daß die künftige japanische Beleuchtungstechnik sich unter Wiederbelebung jener alten Motive besonders auf dem Gebiete der indirekten und der halbindirekten Beleuchtung betätigen wird, vielleicht unter Hinzufügung besonderer Farbeneffekte.

Anlagen.

Smichov. Dem Stadtrate wurde die Bewilligung zur Vornahme technischer Vorarbeiten für eine vollspurige, mit elektrischer Kraft zu betreibende Kleinbahnlinie von der Santoškagasse auf die Malvazinka in Smichov erteilt.

Atzenbrugg. Elektrische Beleuchtung. Die Gemeinde beabsichtigt, die elektrische Beleuchtung von der Pulverfabrik Moosbierbaum in die umliegenden Ortschaften sowie in die Gemeinde selbst einzuführen.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Isaria-Zählerwerke A. G. München. Die Gesellschaft erzielte im Geschäftsjahr 1917/18 einen Bruttogewinn von Mark 1 079 739 (621 747). Die Abschreibungen werden mit Mk. 456 935 (220 581) bemessen, so daß sich unter Verrechnung des Vortrages von Mk. 91 099 (96 733) ein Reingewinn von Mk. 713 902 (497 899) ergibt, aus dem 15% (12) gleich Mk. 375 000 (282 000) Dividende verteilt werden sollen. Für Kriegssteuer werden Mk. 180 000 (0) zurückgestellt. Dem Spezialreservefonds werden Mk. 50 000 (wie i. V.), der Talonsteuerreserve Mk. 6000 (wie i. V.), Wohlfahrtseinrichtungen Mk. 50 000 (wie i. V.) überwiesen. Der nach Mk. 27 500 (18 800) Tantièmen verbleibende Rest von Mk. 25 402 wird vorgetragen.

Patentstatistik in Großbritannien 1917. Nach einer in „The Electrician" veröffentlichten Statistik sind im Jahre 1917 19 285 Patente (+ 683) angemeldet

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Oberspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

Elektrische Meßinstrumente ab Lager lieferbar

Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks - Aktien - Gesellschaft

CZEIJA, NISSL & Co.,

Wien XX/2, Dresdnerstraße 75

2865

Schrot

aus Eisen, **in Kugelform.**

Firnau, Hamburg 36.

Wenn Sie Personal suchen,

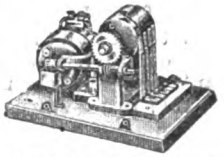
dann benutzen Sie mit Erfolg den Stellenanzeiger in „E. u. M.".

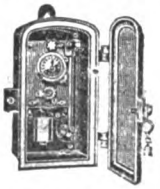
worden; Muster wurden 13 208 (— 2191), Marken 5502 (— 335) registriert. Vom feindlichen Ausland sind während des Krieges 1310 Patente angemeldet worden, davon wurden 944 erteilt. Von 223 Ansuchen auf Aufhebung der Rechte feindlicher Ausländer sind in 178 Fällen Lizenzen erteilt worden, 3 Patente wurden aberkannt. Es sollen noch 10 000 Patente in Großbritannien bestehen, die den feindlichen Ausländern angehören. Der Verkehr mit dem feindlichen Auslande in Angelegenheit der Aufrechterhaltung von Patenten soll neuerdings verboten werden.

Das metrische System im Handel und Export von Amerika. Mr. F. A. Halsey hat dem amerikanischen Institute of Weights & Measures einen Bericht über die Annahme des metrischen Systems erstattet, worüber wir im „Electrician", London, lesen. Es wurde eine diesbezügliche Rundfrage an 6000 Fabrikanten der Vereinigten Staaten gerichtet. Aus den 1450 eingelaufenen Antworten ist ersichtlich, daß 42% der Fabrikanten, welche nach dem Ausland, wo das metrische System gebräuchlich ist, ausführen, dasselbe teilweise in Anwendung genommen haben und nur 8% der Fabrikanten machen ausschließlichen Gebrauch davon. Es wird auch eine Liste von 600 Industrien angeführt, die in Länder mit metrischem System ausführen, selbst aber keinen Gebrauch davon machen. Daß der Welthandel vom englischen System geleitet wird, ist eine Annahme, die nur bis 42% ihre Richtigkeit hat. Immerhin zeigen die eben angeführten Daten, daß ein großer Teil des Handels mit dem Ausland auch ohne Annahme des metrischen Systems stattfinden kann. Die Rundfrage ergibt, daß die Fabrikanten der englisch sprechenden Nationen sich nur langsam entschließen, das metrische System anzunehmen, ohne deshalb schlecht zu prosperieren. Dessenungeachtet bleiben die für das metrische System sprechenden Argumente in Kraft und vor dem Krieg hat die Abneigung gegen das System sicherlich einen Rückschritt im Außenhandel hervorgerufen. Wenn nach dem Kriege die normalen Beziehungen zwischen den Nationen wieder hergestellt sein werden, wird die Annahme des metrischen Maß- und Gewichtssystems eine industrielle Waffe sein, die man nicht verachten darf.

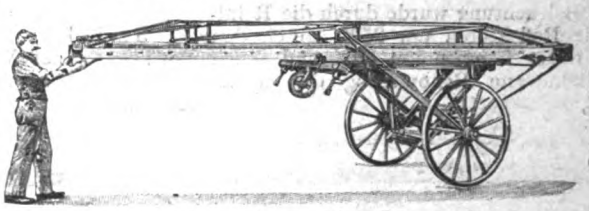
Spezialfabrik automatischer Schaltapparate.
PAUL FIRCHOW Nachfgr., Berlin SW.

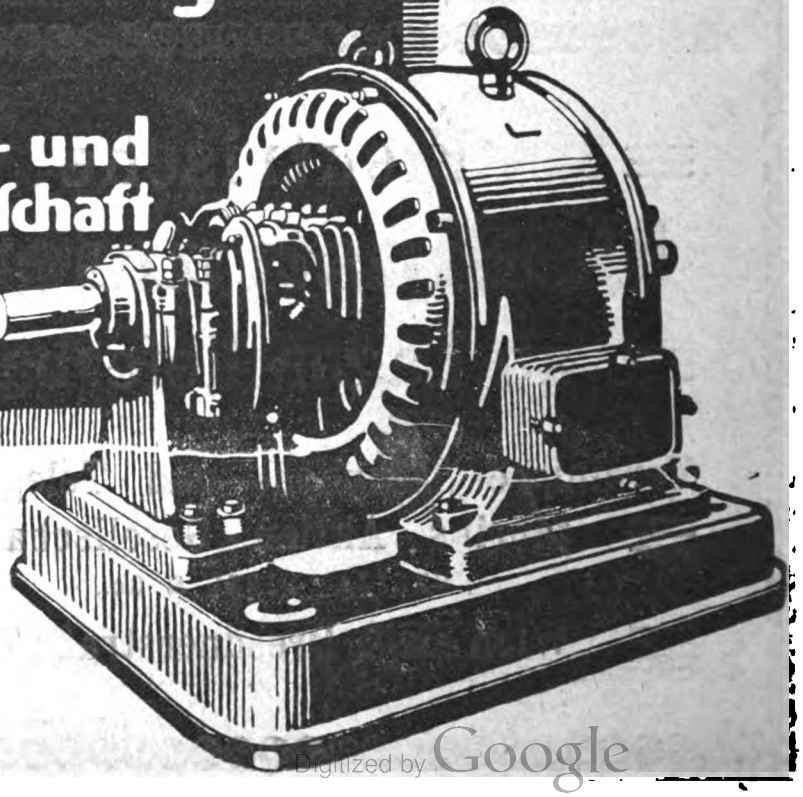
Strombegrenzer


Kontaktwerk mit Motor für Lichtreklame


Schaltuhr

VERTRETER:
Für Österreich: Dr. Paul Hollitscher & Co., Wien, IV. Starhembergg. 4—6.
Für Böhmen: Jos. K. Fesenmeyer, Prag-Zizkow, Havlicekgasse 11.
Für Ungarn: Alexander Pinter, Budapest, VI. Kmetty-u. 17.

Mechanische Tragbare Schiebleitern für Höhen von 10—30 m „ „ „ 5—15 „
Doppelleitern für Montage, Büros, Registratur usw.
Transmissionsleitern
Konkurrenzlose Qualität!

Stets vorrätig.
Erste österr. Spezialfabrik für Schiebleitern
Fernspr. 146, 2949. H. Kurial, Graz. Wienerstr. 198.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.

Fernruf: Müglitz Nr. 2.
Telegrammadresse: Eum, Müglitz.
Bureau für Wien und Niederösterreich
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 13. Oktober **ANZEIGER** 1918 — Heft 41

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Aus der Elektrizitätsindustrie. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Aus der Elektrizitätsindustrie.

Von **Dr. Heinrich Schreiber**, Wien.

Den fabrizierenden Elektrizitätsfirmen ist unvermindert reichliche Beschäftigung beschieden. Ihr glatter Fortgang wird freilich behindert durch die in der langjährigen Kriegsdauer verschärfte Ungunst der Produktionsverhältnisse, wie sie durch den Mangel an Roh- und Hilfsstoffen, durch die Not an Arbeitskräften, die anhaltende Steigerung der Löhne und die Teuerung heraufbeschworen ist. Allein speziell der Mangel an Rohstoffen, der bei anderen Industrien die einschneidende Hemmung verschuldet, konnte von der Elektrizitätsindustrie mit bemerkenswerter Wirkung überwunden werden, indem es gelang, die wichtigsten Materialien durch Spar- und Ersatzmittel entbehrlich zu machen. Auf solche Weise sind die elektrotechnischen Etablissements imstande, die ständigen Aufträge der Militärverwaltung zu bewerkstelligen, aber auch dem Zivilbedarfe, soweit ihm überhaupt noch ein Platz in der Arbeitsstätte gegönnt werden kann, zu liefern, was freilich um so seltener möglich ist, als viele Fabriken zu Beginn des Krieges sich auf andere Fabrikationszweige und insbesondere auf die Munitionserzeugung umgestellt hatten und diesen branchefremden Produktionen vorerst, da der Krieg fortdauert, treu bleiben. Daß die Schwierigkeiten und die Teuerung der Gestehung auch in der Preisbildung ihr Widerspiel finden, liegt in der Natur der Sache. Die Preise für die elektrotechnischen Fabrikate erreichen daher ein immer höheres Niveau durch ausgiebige Zuschläge, durch welche die Friedenspreise hinaufgesetzt werden.

Die Stromlieferungswerke als zweite Hauptrichtung der Elektrizitätsindustrie stehen begreiflicherweise unter der Rückwirkung der gleichen wirtschaftlichen Erscheinungen. Auch hier wird der Erzeugungsprozeß durch die allgemeine Teuerung, den Mangel an Betriebsmaterialien und vor allem durch die Knappheit an Brennstoffen nachteilig beeinflußt. Die Besonderheit aber, die hier zutage tritt und auf die wiederholt aufmerksam gemacht wurde, besteht darin, daß im Gegensatze zu den elektrotechnischen Fabriken hier die Erhöhung der Gestehungskosten nicht ohneweiters auf die Kundschaft, das ist auf die Stromverbraucher abgewälzt werden kann. Die Stromwerke sind an die Tarifverträge gebunden, die den Preis einerseits gegenüber den Gemeinden, andererseits gegenüber den Konsumenten festlegen und in der Mehrzahl der Fälle natürlich noch mit den Friedenssätzen fixiert sind. Wo es nicht anging, im gütlichen Einvernehmen eine Erhöhung der Preise zu erzielen, müssen die Elektrizitätswerke einen harten Kampf, um die Aufbesserung führen, was zu Meinungsverschiedenheiten und zu Prozessen führt, die nach den Gesichtspunkten der Industrie über den Einfluß des Krieges auf Dauerverträge verfochten werden. Es ist überhaupt bedauerlich, daß die Elektrizitätswerke nicht einen Vorgang eingeschlagen haben, der in Deutschland und selbst in Amerika propagiert wird und bei dem die Schweiz, die vielfach auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens richtunggebend war, vorangegangen ist. Man hat sich hierzulande gescheut, die staatliche Intervention in Anspruch zu nehmen aus Bedenken, der staatlichen Tarifhoheit Vorschub zu leisten. Wie sich herausstellte, mit Unrecht, denn der Entwurf des Elektrizitätswirtschaftsgesetzes, welcher zur parlamentarischen Verhandlung eingebracht wurde, hat in erster Linie die grundsätzliche Befugnis der Staatsverwaltung gesichert, die Tarifsätze der Elektrizitätsunternehmungen konzessionsgemäß zu bestimmen. In der Schweiz hat ein Beschluß des Bundesrates, der im August l. J. ergangen ist, die Abteilung für industrielle Kriegswirtschaft ermächtigt, den Elektrizitätswerken entsprechend der durch die Kriegsverhältnisse eingetretenen Teuerung eine Erhöhung der Strompreise zu bewilligen, selbst dort, wo konzessions- oder vertragsmäßige Bestimmungen einer solchen Maßnahme sich entgegenstellen sollten. Hier hat also die Aushilfe der Regierung die häufig unfruchtbare Selbsthilfe der Elektrizitätswerke wirksam ersetzt.

Der Bau neuer elektrischer Zentralen und neuer, elektrisch betriebener Bahnen ist seit Kriegsbeginn stark in den Hintergrund getreten. Um so eifriger werden freilich die Projekte für solche neue Betriebe ventiliert und gerade bei uns ist anläßlich der allgemeinen Verkehrsmisere eine lebhafte Werbetätigkeit im Zuge, um außer der Elektrisierung der Hauptbahnen, welche die Tagesordnung beherrscht, auch die elektrische Traktion auf den Nebenbahnen, den Lokal- und Straßenbahnen, immer weiter einzubürgern. Die Verbesserung der hauptstädtischen Verkehrsmittel, welche gleichfalls im Kriege von einer tief beklagenswerten Kalamität heimgesucht sind, fällt in den Bereich der gleichen Bestrebungen, um durch den projektierten Ausbau von elektrischen Schnell- und Untergrundbahnen eine Abhilfe zu bewirken. Es harren also der Starkstromtechnik und vor allem der Bahnelektrisierung, dieser aber wieder unter Heranziehung der Großwasserkräfte*), neue und weitreichende Aufgaben, denen neben dem neuen Elektrizitätsgesetze auch die Modernisierung des Wassergesetzes, die gleichfalls vollendet ist, die Wege ebnen sollen.

Daß auch für die Schwachstromindustrie die Betätigung im Kriege eine besonders lebhafte ist, versteht sich von selbst, wenn an die Wichtigkeit des Nachrichtenverkehrs im Kriege gedacht wird. Tatsächlich sind denn auch die Telegraphen- und Telephonbauanstalten mit ärarischen Aufträgen in überreichem Ausmaße versehen. Freilich ist der Maßstab des Erträgnisses der einzelnen Etablissements etwas zurückgegangen, wieder beeinflußt durch die Teuerungsverhältnisse und durch die erhöhten sozialen Anforderungen der Angestellten. Die Konjunktur dieses Industriezweiges spinnt sich aber weiter fort, weil die starke Inanspruchnahme der Telegraphen- und Telephonanlagen im Kriege eine ständige Auffrischung der abgenutzten Teile erfordert und die Erweiterung der bestehenden Anlagen eine unabweisliche Notwendigkeit bedeutet, für die in der neuerlichen Erhöhung der Telegraphen- und Telephongebühren die Bedeckung aufgebracht wird. Den Schwachstromfabriken winken daher gleichfalls neue und ausgiebige Arbeiten. In einer gleich günstigen Lage befinden sich die Kabel- und Drahtwerke, deren Expansion mit ihrer zunehmenden finanziellen Fundierung zusehends wächst und die insbesondere darauf bedacht sind, ihre Mittel für die Erwerbung von Erzvorkommen zu verwenden, um sich bei der Aufbringung des Rohstoffes, insbesondere des Eisens und Aluminiums, von fremder Lieferung unabhängig zu machen. In der letzten Zeit ist ein neues Kabelwerk unter der Firma „Ariadne" errichtet worden*), das, nach den Gründern zu schließen, mit den deutschen Plätzen und insbesondere mit der wohlrenommierten Hackethaldraht-Aktiengesellschaft eine innigere Verbindung zu unterhalten scheint. t

Schließlich kann auch der Arbeitsmarkt für die sonstigen elektrotechnischen Spezialfabriken, wie jener für die Erzeugung von Akkumulatoren, Glühlampen, Kohlenstiften und ähnlichen Verbrauchsartikeln, günstig beurteilt werden. Auch die Entwicklung und die Rentabilität dieser Unternehmungen liefert ein zufriedenstellendes Bild, zumal die Schatten, die sich infolge der erschwerten Produktionsverhältnisse vorübergehend auf sie legen, durch die in der fortschreitenden Energieverwertung gehobenen Zukunftsaussichten wieder verscheucht werden.

*) Vgl. neuestens das aufgerechnete Verfahren für die Arlbergbahn.

*) Siehe Seite 166 d. H.

Rundschau.

Elektrisches Schweißen von Gußeisen in Eisenbahnreparaturwerkstätten. Im Dampfmaschinenbau, insbesondere im Lokomotiv- und Schiffsmaschinenbau, hat die Möglichkeit, gesprungene oder gebrochene gußeiserne Maschinenteile, wie Zylinder, Schieberkästen usw. durch elektrische Schweißung rasch und billig reparieren zu können, zu großen Ersparnissen geführt. Bisher mußten die schadhaft gewordenen Teile ausgewechselt werden, was große Mengen von Abfalleisen verursachte und eine langwierige Arbeit erforderte, die zum Beispiel eine Lokomotive in der Reparaturwerkstätte monatelang festhielt. Durch die elektrische Schweißung kann eine solche Arbeit in wenigen Tagen durchgeführt und können die Kosten bedeutend herabgesetzt werden.

Versuche in den New York Central-Eisenbahnwerkstätten haben, wie wir in „Railway Age" vom Mai d. J. lesen, ergeben, daß es möglich ist, gußeiserne Stücke von über 6 mm Dicke in betriebssicherer Weise elektrisch zu schweißen, auch dann, wenn es sich um Brüche von komplizierter Form

handelt. Bei gewisser Sorgfalt kann ein derart geschweißtes Stück eine noch höhere Festigkeit aufweisen als vor dem Bruch. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wird das Material an der Bruchstelle mit einem pneumatisch betriebenen Meißel in V-Form unter zirka 45° ausgearbeitet und — falls an die Festigkeit besondere Ansprüche gestellt werden — mit

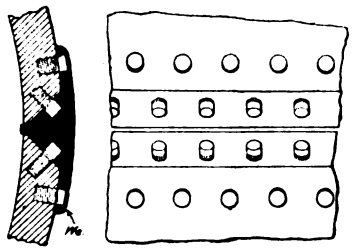


Abb. 1.

gegeneinander versetzten Reihen von eingeschraubten Stahlbolzen versehen. Der durch die Ausarbeitung entstandene Raum wird durch ein die oberen und unteren Bolzenreihen überdeckendes Füllstück im Wege des elektrischen Schweißprozesses ausgefüllt. Wenn keine besondere Festigkeit erforderlich ist, wird an der Bruchstelle nur der V-förmige Raum ausgearbeitet, der dann mit Hilfe der Metallelektrode ausgefüllt wird, bis beide Oberflächen bündig sind. Die Zugfestigkeit eines Stückes, bei dem Stahl auf die Gußeisenfläche ohne Verwendung von Bolzen geschweißt wird, beträgt zirka 3·5 kg pro mm²; wird eine höhere Festigkeit gefordert, so müssen die erwähnten Bolzen angeordnet werden. Die Stärke der letzteren und ihre Anordnung ist heute ein Resultat vieler Versuche und Erfahrungen. Die Abbildung zeigt ein Beispiel, das nach der Schweißung eine gleiche oder noch höhere Festigkeit wie vor dem Bruch ergibt. In einem anderen Falle wurden bei einem Bruch einer einzölligen Platte innerhalb des V-förmigen Raumes $^5/_8$zöllige und an den Außenflächen $^3/_4$zöllige Bolzen angeordnet.

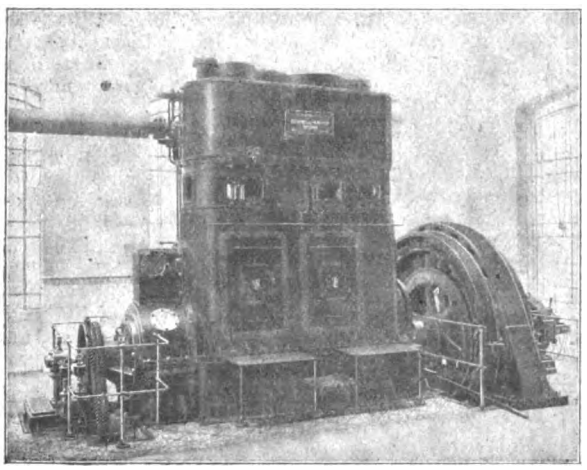
An Hand von photographischen Darstellungen werden eine Reihe von mehr oder minder komplizierten Zylinderreparaturen erklärt, aus denen hervorgeht, daß selbst bei schwer zugänglichen Stellen das Verfahren der elektrischen Schweißung angewendet werden kann, indem man sich den Zugang zur Schweißstelle, zum Beispiel durch Ausschneiden mittels einer Azetylensauerstoffflamme verschafft, worauf nach Schweißung der Bruchstelle noch die Schweißung der Zugangsöffnung erfolgt. In einem solchen Falle (Bruch im Auspuffkanal eines Lokomotivzylinders) mußten vier Zugangsöffnungen mit 32 mm starken Kesselblechen wieder zugeschweißt werden. General Mc Allister der West Albany-Werkstätten, der das Verfahren auch bei den internierten deutschen Schiffen anwendete, gibt an, daß trotz Steigerung der Material- und Arbeitskosten um 100% während der letzten drei Jahre, die Reparaturskosten bei den Lokomotiven dank dem beschriebenen Schweißverfahren nahezu konstant geblieben sind.

Elektrisch beheizter Vulkanisierapparat für Kraftfahrzeuge der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft. Der Apparat bezweckt nach einer Beschreibung in den „A. E. G.-Mitteilungen“, kleine Schäden, wie Löcher, Schnitte und Risse an den Autoschläuchen und Laufdecken auszubessern. Der Apparat besteht aus einer elektrisch beheizten, gewölbten Heizfläche, die mittels einer Kette am Rad befestigt und durch eine Stellschraube an den auszubessernden Teil angepreßt wird. Mittels eines Steckers kann der Apparat an jede Glühlampenleitung angeschlossen werden. Er wird für 110 und 220 V ausgeführt und verbraucht 35 bezw. 17 W, um eine Temperatur von 140 bezw. 70° C hervorzurufen. Es ist auch möglich, die Einrichtung so zu treffen, daß die Beleuchtungsdynamo oder die Zündbatterie des Fahrzeuges den Strom für den Apparat liefern.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

„Ariadne“ Draht- und Kabelwerke A.-G., Wien. Die konstituierende Generalversammlung dieser neuen Aktiengesellschaft hat bereits unter dem



Aktiengesellschaft für Maschinenbau

vorm. BRAND & LHUILLIER in Brünn

liefert

Lokomobilen, fahrbar und stationär.

Hocheffekt-Dampfmaschinen.

Schnellaufende Dampfmaschinen (Kapseltype) für elektrische Zentralen.

Burkhardtkessel (Patent). Bei hoher Spannung größtmöglichste Dampferzeugung, bezogen auf den Boden-Quadratmeter, für große Zentralen besonders geeignet.

Sicherheits-Doppeldampfraum-Kessel mit gemeinsamem Wasserraum, System „Bul“ (Patent).

Dampfkessel aller Systeme.

Ekonomiser, Temperaturregler (Patent), Dampfüberhitzer, Transmissionen, Rohrwerkstätte etc. etc.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

passend zu sämtlichen Zählertypen.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.

Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2

Digitized by Google

Vorsitze des Regierungsrates Dr. Adolf Edler v. Bachrach stattgefunden. Das Aktienkapital beträgt 3 Mill. Kronen. Sie übernimmt das bestehende Unternehmen der „Ariadne", Fabrik isolierter Drähte, G. m. b. H., die nach handelsgerichtlicher Registrierung der Aktiengesellschaft in Liquidation treten wird. Den weiteren Gegenstand des Unternehmens bildet der Betrieb auf dem Gebiete der Drahtindustrie, Metallurgie und angewandter Elektrotechnik. In den Verwaltungsrat wurden gewählt: Dr. Adolf Edler v. Bachrach (Vorsitzender), Justizrat Dr. Gustav Hirte (Vorsitzenderstellvertreter), Fabriksdirektor Fritz Brandes, Großindustrieller Julius Drucker, Generaldirektor kaiserlicher Rat Max Hahn, Bankdirektor Kurt Sobernheim. Mit der Leitung der Gesellschaft wurden betraut: Direktor Walter Cohn und Direktorstellvertreter Erwin Koch.

Glühlampenbedarf in den Vereinigten Staaten. Wie wir im „Electrician" lesen, sind im Jahr 1917 in den Vereinigten Staaten 165 Mill. Wolframlampen verkauft worden, außerdem 75 Mill. Miniaturlampen. Die Herstellung der Kohlenfadenlampen geht immer mehr zurück. Sie macht im vergangenen Jahr nur 12% der gesamten Erzeugung von Glühlampen aus.

Die Herstellung von Elektroden in Norwegen. Nach Berichten des „Electrician" hat die A. S. Norske Elektrodeverker bei Frederiksstad eine Elektrodenfabrik errichtet, die 4000 t Kohlenelektroden und 1000 t Graphitelektroden im Jahr erzeugt. Die Anlage ist eine amerikanische Gründung; sie wird die Elektroden nach den amerikanischen Normalien herstellen.

Western Electric Company. Diese Gesellschaft, die zum Concern der American Telephone & Telegraph Company gehört, konnte im Jahre 1917 den größten Umsatz seit ihrem Bestehen, nämlich 150·3 Mill. Dollar, verzeichnen oder 41% mehr als im Jahre 1916. Nach Abzug der Betriebskosten, Steuern, Zinsen und einer Reserve von 2 Mill. Dollar verbleibt ein Nettonutzen von 2·85 Mill. Dollar, das ist 527 100 Dollar mehr, als im Vorjahre. Nach Abzug von 6% Dividende auf die Vorzugsaktien und von 3 Dollar pro Anteil auf die gewöhnlichen Aktien, was zusammen einen Betrag von 2·55 Mill. Dollar erfordert, verbleibt ein Vortrag von 301 716 Dollar. Der Wert der gesamten Inventur bezifferte sich am Jahresschluß auf 44·4 Mill. Dollar oder 11·4 Mill. Dollar mehr als Ende 1916. Die Gesellschaft, die im Frieden hauptsächlich ihre Fabrikate an die Bell Telephone Companies liefert, ist seit Eintritt der Vereinigten Staaten in den Krieg unter Vernachlässigung dieses Tätigkeitszweiges immer mehr zu Arbeiten für den militärischen Bedarf übergegangen, was der finanziellen Ausbeute außerordentlich zu statten gekommen ist. *Lp.*

Metallbericht. Wenn auch hinter der Wucht der gegenwärtigen politischen Vorgänge die wirtschaftlichen Erscheinungen fast überall zurücktreten, so ist doch mit Naturnotwendigkeit zu erwarten, daß, sobald sich die politische Spannung gelöst und die Weltlage einigermaßen geklärt haben wird, die Wirtschaftsfragen eine um so beherrschendere Rolle sowohl im inneren Leben der Völker als auch in ihren Beziehungen zueinander, spielen werden. Die vielleicht in nicht zu ferner Zeit einsetzende Übergangswirtschaft sieht sich nicht leicht zu lösenden Problemen gegenübergestellt; denn inwieweit dem jetzt schon bemerkbaren Drängen von Industrie und Handel nach freier Betätigung im Interesse der Staatsverwaltung und des allgemeinen Konsums wird entsprochen werden dürfen, läßt sich nicht generell entscheiden, sondern wird für jedes Fach gesondert erwogen werden müssen. Dazu kommt, daß aus finanziellen Gründen die Monopolisierung gewisser Stapelerzeugnisse nicht wird vermieden werden können.

Am günstigsten steuern die Vereinigten Staaten und Japan in die vor uns sich ausbreitende neue weltgeschichtliche Epoche hinein. Während aus letzterem Lande im Kriege nur Nachrichten allgemeiner Natur zu uns drangen, die seinen erstarkenden wirtschaftlichen Einfluß in der Mandschurei, Nordchina und im Yangtse-Gebiete erkennen ließen, konnten wir bezüglich der

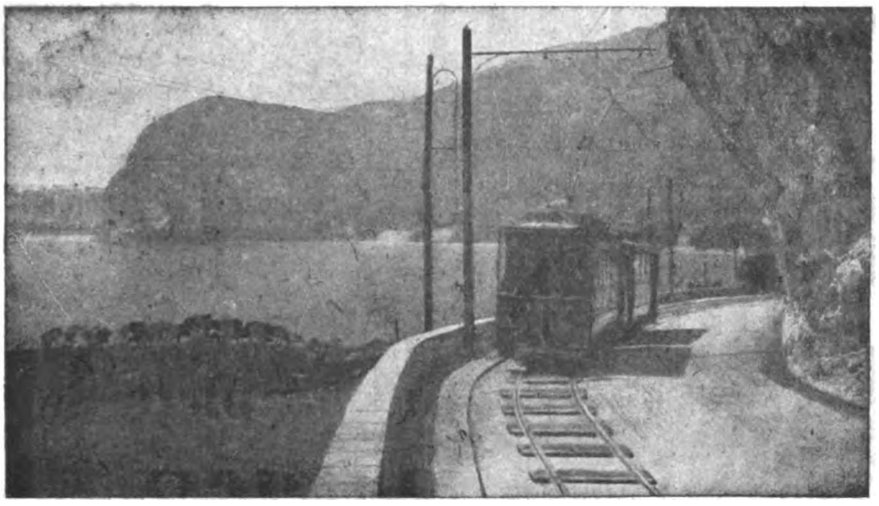
·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.

·HIW·



·HIW·

Masten Schwellen

imprägniert

(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)

kyanisiert

(System Kyan).

·HIW·

Spezial-Leitern-fabrik

Franz Flir, G. m. b. H.

WIEN

XIII. Linzerstraße 92.

Filiale: IV. Schleifmühlg. 1a

Schrot

aus Eisen, in Kugelform.

Firma: Hamburg

Elektrische Meßinstrumente

ab Lager lieferbar

Vereinigte Telephon- und Telegraphenfabriks - Aktien - Gesellschaft

CZEIJA, NISSL & Co.,

Wien XX/2, Dresdnerstraße 75

2365

Digitized by Google

Union die Entwicklung, namentlich auf dem Gebiete der Stahl- und Eisenindustrie, ziemlich genau verfolgen. Technisch erfolgte eine ungeheure Ausdehnung, besonders eine Vervielfachung der vorhandenen Elektroöfen, wirtschaftlich eine solche Anreicherung, daß der Präsident, nachdem das Land in den Krieg eingetreten war, unbedenklich eine Festsetzung von Höchstpreisen für Roheisen vornehmen konnte, die den freien Marktpreis um ein Drittel zurückschraubten, ohne daß dadurch den Werken ein merkbarer und dauernder Nachteil zugefügt worden wäre.

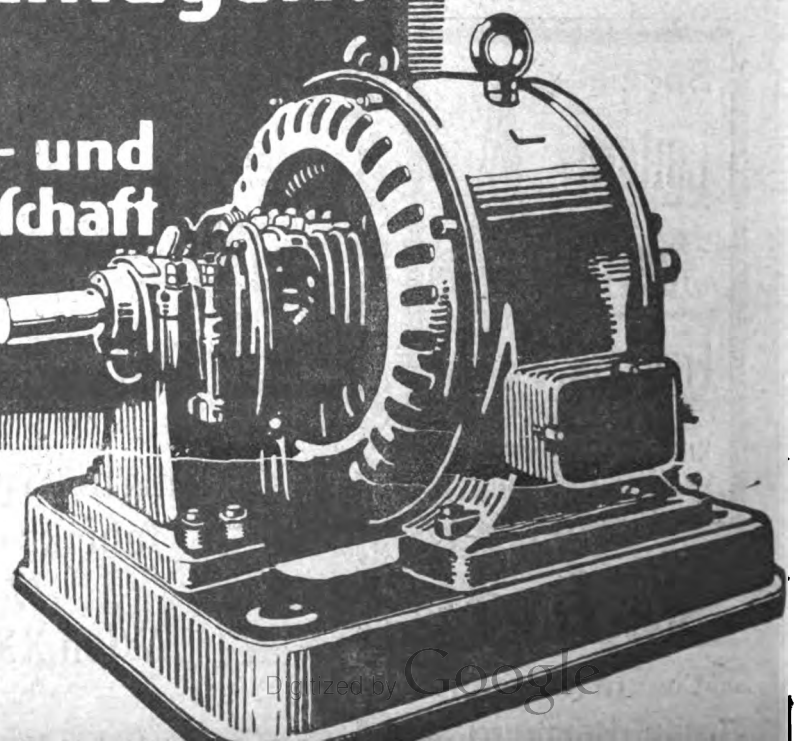
In England hat die Regierung auf die Eisenpreisfestsetzungen namentlich seit dem zweiten Kriegsjahre, einen bestimmenden Einfluß ausgeübt. Für den Export nach dem neutralen Auslande hat England nicht viel Eisen- und Stahlmaterial abgegeben und zur Stützung seiner Valuta lieber kurzfristige Anleihen im Ausland aufgenommen. Diesen Weg konnte und wollte Deutschland in seiner vorwiegend auf die Binnenwirtschaft gestellten Lage nicht gehen und es brachte die Riesenleistung fertig, sowohl seinem ungeheuren Heeresbedarf gerecht zu werden, als auch noch erhebliche Mengen Stahl- und Eisenfabrikate zu Preisen an die neutralen Nachbarn abzugeben, welche einigermaßen einen Ausgleich für den im Auslande gesunkenen Markkurs boten.

Auch in Österreich und Ungarn ist zweifellos, speziell auf dem Gebiete der Heeresindustrie, bedeutendes geleistet worden; auch neue Werke wurden geschaffen u. a. solche für Ferrolegierungen. Indessen haben sich wohl in keinem der kriegführenden Länder, Italien vielleicht ausgenommen, die Unzulänglichkeit der Transportmittel und infolgedessen der Kohlenbelieferung und die unzureichenden Arbeiterverhältnisse so fühlbar gemacht, als bei uns Soeben ist der Bericht eines so führenden Werkes herausgekommen, wie es die Alpine Montan-Gesellschaft ist, aus dem zu entnehmen ist, daß die Erzeugung an Roheisen im ersten Halbjahr 1918 um mehr als ein Viertel, in Halbfabrikaten und fertiger Walzware um mehr als 40% zurückgegangen ist. Das ehemalige Eisenkartell hat die guten Friedensjahre wohl nicht dazu benutzt, sich technisch auf harte Zeiten vorzubereiten und die österreichische weiterverarbeitende Industrie muß wünschen, daß dieses Gebilde künftig nicht wieder auf ersteht. *Lp.*

E. JORDAN
Kino- u. Elektro-Material Ges. m. b. H.
Wien VII, Neustiftgasse 115 a.
Fernruf 35255. Telegramme „INGOR“.
Vollständige Kinoeinrichtungen.
Fabrikation von Kinoapparaten und deren Bestandteilen.
Lieferung von Dynamos, Elektromotoren
sowie Bedarfsartikel für Elektrotechnik.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Elektrische Maschinen
aller Art, Apparate u. komplette
elektrische Anlagen.
Elektrizitäts- und
Maschinenbaugesellschaft
Müglitz
in Mähren.



Fernruf: **Müglitz Nr. 2.**
Telegrammadresse: **Eum, Müglitz.**
Bureau für Wien und Niederösterreich
WIEN II/1, Aspernbrückengasse 3.
Telephon Nr. 47329.

Digitized by Google

Wien, 20. Oktober **ANZEIGER** 1918 — Heft 42

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die Berg- und Hüttenwerkserzeugung Österreichs im Jahre 1915. — Rundschau. — Neue Bücher.

Die Berg- und Hüttenwerkserzeugung Österreichs im Jahre 1915.

Die Schwierigkeit der statistischen Arbeit, verstärkt durch den Personalmangel der betreffenden Ämter im Kriege, hat erst vor kurzem die Herausgabe der „Statistik des Bergbaues in Österreich für das Jahr 1915" ermöglicht, aus der wir nach der „Montanistischen Rundschau" die bemerkenswertesten Ziffern in Nachstehendem wiedergeben.

Im Steinkohlenbau standen 119 (im Vorjahre 122) Unternehmungen im Betriebe, welche insgesamt 162·9 Mill. q (mehr 7·4 Mill. q) im Werte von 196·7 Mill. Kronen (mehr 23·12 Mill. Kronen) bei einem Durchschnittswerte von K 120·77 (mehr 9·10 h) förderten. Davon entfielen 1·32% (1·18%) auf staatlichen Betrieb. Die Erzeugung an Briketts stellte sich auf 2·05 Mill. q (mehr 115 913 q). Bemerkenswert ist der Rückgang der Kokserzeugung im Berichtsjahre, welche seit 1911 die geringste war, während die Steinkohlenförderung in diesem Zeitraum nur von derjenigen im Jahre 1913 übertroffen wurde. An Nebenprodukten betrug die Erzeugung 1·140 Mill. q im Werte von 12·6 Mill. Kronen. Die Ausfuhr stellte sich in Steinkohle auf 20·61 Mill. q, in Koks und Lösche auf 4 Mill. q.

Auf Braunkohle standen im Berichtsjahre 163 (181) Bergbauunternehmungen im Betrieb, die zusammen 220·6 Mill. q (weniger 15·17 Mill. q) förderten, im Werte von 142·39 Mill. Kronen (mehr 7·128 Mill. Kronen). An Braunkohlenbriketts wurde 2·531 Mill. q (mehr 240 811 q) erzeugt. Die oben angegebene Förderung war die geringste seit 1911. Die Ausfuhr, die in der Hauptsache nach Deutschland und Ungarn ging, stellte sich auf 51 Mill. q.

Eisen. Von 18 (22) Bergbauunternehmungen wurden 25·47 Mill. q (mehr 2·66 Mill. q) Eisenerz im Werte von 23·73 Mill. Kronen (mehr 2·15 Mill. Kronen) gefördert. Zur Erzeugung von Roheisen bestanden 12 (12) Unternehmungen, die in 28 (26) Hochöfen 11·38 Mill. q (11·452 Mill. q) Frischroheisen und 2·91 Mill. q (2·07 Mill. q) Gußroheisen erzeugten. In dem Jahrfünft von 1911 bis 1915 war sowohl die Förderung von Eisenerzen als auch die Erzeugung von Roheisen 1914 und 1915 ungünstiger als in den Vorjahren; doch begann sie sich im Berichtsjahre bereits merklich zu heben. Von der gesamten Roheisenerzeugung wurde der weitaus überwiegende Teil in den eigenen Raffinierwerken des Inlandes verarbeitet; nur 463 615 q gelangten nach Deutschland und Ungarn zur Ausfuhr.

Der Chromeisensteinbergbau Kraubath in Steiermark wurde im April 1915 wieder in Betrieb gesetzt, und lieferte bis zum Jahresende 1315 q Erze, die jedoch weniger als den für die Verkaufsfähigkeit erforderlichen Chromoxydgehalt von 45% aufwiesen.

Blei. Auf Bleierze standen 11 (12) Bergbaue im Betriebe, die 304 362 q (mehr 48.012 q) im Werte von 12·178 Mill. Kronen (mehr 5·32 Mill. Kronen) förderten. An metallischem Blei wurden 282 481 q (mehr 34 800 q) im Werte von 20·65 Mill. Kronen (mehr 7·61 Mill. Kronen) erzeugt. Die staatlichen Betriebe waren an der Erzgewinnung mit 3·07%, an der Metallproduktion mit 20·5% beteiligt.

Zink. In 6 (6) Unternehmungen wurden 188 195 q (weniger 106 139 q) im Werte von 2·02 Mill. Kronen (weniger 231 009 K) gewonnen, aus denen 94 723 q (weniger 55 953 q) im Werte von 7·628 Mill. Kronen (weniger K 148 418) erzeugt wurden.

Zinn. Die Zinnerzgewinnung war auf Böhmen beschränkt und betrug 156 q (weniger 30 q); die Zinnhütte im Teplitzer Reviere, die im Jahre 1914 75 q erzeugt hatte, stand im Berichtsjahre still.

Aluminiumerz. Der erhöhte Bedarf der Heeresverwaltung an Aluminium bewirkte, daß die Gewinnung von Aluminiumerz in Dalmatien und Istrien neu aufgenommen wurde, welche, obwohl die betreffenden Unternehmungen zumeist nur vier Monate im Betriebe waren 599 248 q produzierten. Davon ging der größte Teil nach Deutschland zur Weiterverarbeitung; 53.360 q wurden nach Laibach abgeführt.

An Antimonerzen wurden in 5 Bergbauen (2) 125 522 q (mehr 125 310 q) Erze im Werte von K 446 325 gewonnen, also eine vergleichsweise außerordentlich bedeutende Steigerung erzielt.

Die Förderung an hüttengerechten Uranerzen betrug 116·67 q (weniger 52·35 q); an Uranpräparaten wurden in der Hütte von St. Joachimsthal 10·55 q (weniger 9·45 q) erzeugt. Aus den Rückständen der Uranfarbenfabrikation wurden in der k. k. Radiumpräparatefabrik 5583 g (mehr 2343 g) Radiumpräparate mit 1754 g (mehr 879 g) Radiumelement im Werte von 1·03 Mill. Kronen (mehr K 516.852) erzeugt.

Die Gewinnung von Wolframerzen ist in der Statistik nur für das Revier Elbogen mit 141·32 q (weniger 146·51 q) im Werte von K 165 344 angegeben, während die Förderdaten von dem k. u. k. Militärbergbau Zimerwald im Teplitzer Revier fehlen.

In Graphit betrug die Gesamtgewinnung 326 366 q (weniger 62 796) im Werte von 1·359 Mill. K (weniger 156 746). *Lp.*

Rundschau.

Die Installationstätigkeit in der Schweiz und die Kosten von Installationsmaterial. Darüber berichtet Fr. Frey-Fürst, Luzern, der Jahresversammlung des „Verbandes elektrotechnischer Installationsfirmen in Deutschland" in Frankfurt a. M.

Die elektrische Beleuchtung hat in der Schweiz schon allgemein Eingang gefunden, so daß in Luzern nur 30 bis 40 Häuser ohne elektrische Beleuchtung stehen, die aber bald abgebrochen werden. Die Tätigkeit der Installateure umfaßt die Einrichtung elektrischer Koch- und Heizapparate, die allerdings mit der Zeit eine riesige Ausdehnung nehmen wird. Jede Familie in Luzern hat Anspruch auf 1 kW Heizstrom und Kochstrom, der zum Preis von 8 Cts. pro kWh verkauft wird. Nebst einem elektrischen Ofen haben die bemittelten Familien noch Heizplatten eingerichtet. Im Winter, wo die Stromleistung der Wasserkraftwerke zurückgeht, wird der Kochstrom zu 15 Cts. pro kWh abgegeben. Zur Erzeugung von Warmwasser wird der Strom zu 3·5 bis 5 Cts. verkauft.

In der Schweiz wird noch mit Kupferdraht und Gummiisolierung installiert. Das Es wird von Amerika zum Höchstpreis von Fr. 6·5 bezogen. Für Freileitungsnetze wird Aluminiumdraht verwendet von 4·5 mm Stärke, der auch bei Spannweiten bis zu 45 m die Schneebelastung ausgehalten hat. Hochspannungsleitungen werden aus Aluminiumkabel von 35 mm² gebaut. Aluminiumdraht kostet pro kg Fr. 6·7; Isolatoren werden mit Fr. 1 bis 1·5 bezahlt. Die Stützen sind vier- bis fünfmal und die Stangen dreimal so teuer wie im Frieden. Für 1 m Isolierrohr von 9 mm Weite werden 60 Cts. gezahlt. Die Rohre sowie die Armaturen kommen ausschließlich aus Deutschland.

Elektrizitätsversorgung von Großbritannien. In einem Vortrag vor der Jahresversammlung der Vereinigung der städtischen Elektrizitätswerke Großbritanniens hebt der Präsident S. J. Watson nach einem Bericht im „Electrician" hervor, daß bei einer Bevölkerung von 45 Millionen ein Kraftbedarf von 10·75 Mill. PS besteht. Abzüglich von 2 Mill. PS für die städtischen Unternehmungen verbleiben 8·75 Mill. PS für die Industrie; es entfallen somit rund 1 PS per 5 Einwohner. In Lancashire kommen 5 PS auf 8 Einwohner. In einem Gebiet von man sicher sein, daß 1 PS an elektrischer Leistung auf 2 Einwohner kommt. Bei 450 000 kW mit einem Belastungsfaktor von 50% nimmt die Industrie 2000 Mill. kWh jährlich in Anspruch; dabei ist auf die Errichtung neuer Industrien und auf den Strombedarf der Eisenbahnen keine Rücksicht genommen. Ein großes Feld in der Entwicklung elektrischer Energieversorgung liegt in den Einrichtungen zum Heizen und Kochen für den Haushalt; dafür kann man rund 750 kg pro Kopf im Jahr ansetzen. Das gibt für den oben angeführten Bezirk 2 Mill. t Kohle im Jahr, die in der unwirtschaftlichsten Weise verbrannt werden. In einem großen Kraftwerk ausgenutzt könnten mit dieser Kohlenmenge 2000 Mill. kWh im Jahr erzeugt und für Koch- und Heizzwecke verwendet werden. Unter der Annahme, daß auch die Elektrifizierung der Bahn durchgeführt wird und neue Industrien entstehen werden, ist es nicht unwahrscheinlich, daß der Jahresbedarf dieses Gebietes in den nächsten 20 Jahren auf 5000 Mill. kWh steigt, mit einer maximalen Maschinenleistung von fast 1 Mill. kW.

Ein Komitee der wissenschaftlichen Gesellschaften Englands hat sich mit der

Digitized by Google

britischen Herrschaft unterworfenen Ländern beschäftigt und über die Ergebnisse der Untersuchung einen Bericht erstattet. Einige Zahlen, die der „Electrician“ daraus mitteilt, sind von besonderem Interesse.

Danach schätzt man den Kraftbedarf der Industrien auf der Erde mit 75 Mill. PS. Davon entfallen 29 Mill. auf die Vereinigten Staaten, 24 Mill. auf den europäischen Kontinent, 13 Mill. PS auf Großbritannien, 6 Mill. PS auf die britischen Dominions und 3 Mill. PS auf Asien und Südamerika. 16 Mill. PS werden von Wasserkräften geliefert. Hier aber steht England in letzter Reihe, denn nur 8·3% des Kraftbedarfes werden durch Wasserkraft gedeckt, gegenüber 43·4% in Deutschland. Was Großbritannien selbst anlangt, so bietet das schottische Hochland viele Möglichkeiten, ergiebige Wasserkraftanlagen zu errichten. Der jährliche Regenfall beträgt 150 cm. Die vielen ziemlich hochgelegenen „lochs“ bilden ebensoviele natürliche Wasserreservoire. Außerdem ist kein Punkt dieses 30 000 km² umfassenden Gebietes weiter als 30 km von der Meeresküste oder vom kaledonischen Kanal entfernt. So kann man sicherlich mit 235 000 PS rechnen, die das ganze Jahr hindurch dauernd zur Verfügung stehen würden. England weist wohl breitere Ströme auf als Schottland, aber sie entbehren der natürlichen Akkumulationsfähigkeit und so können nur kleinere Anlagen errichtet werden, wie z. B. die Wasserkraftanlage am Dee bei Chester. In Irland sind die Gefälle der großen Flüsse aufspeicherungsfähig. In North-Wales sind bereits zwei große Wasserkraftanlagen von 12 000 PS im Betrieb. Der Bericht weist auf den besonderen Wert der englischen Wasserkräfte hin, die in der unmittelbaren Nähe der Industriezentren zu gewinnen sind.

Schätzungsweise sind im gesamten englischen Imperium 50 bis 70 Mill. PS an Wasserkräften zu gewinnen, wovon die meisten unmittelbar wirtschaftlich ausgenutzt werden können. Nimmt man Kanada und Neuseeland aus, so ist noch nirgends ein Anfang zur Gewinnung der Wasserkräfte gemacht worden.

Der Bericht empfiehlt der Regierung, ein Komitee zu bilden, das Vertreter aus allen Dominions enthalten sollte und das die Frage des Ausbaues der Wasserkräfte eingehend zu studieren hätte.

Die Ausnutzung isländischer Wasserkräfte. Die dänische „Wasserfallaktiengesellschaft Island“ beabsichtigt, wie die „Schweiz. Wasserwirtschaft“ berichtet, an den Sogwasserfällen, die etwa 45 km von Reykjawik entfernt sind und durch den Abfluß des Thingvallasees gebildet werden, ein großes Kraftwerk für eine Leistung von 50 000 PS zu errichten. Die erzeugte Energie soll in erster Linie zur Herstellung von Stickstoffprodukten verwendet werden, welcher der dänischen und isländischen Landwirtschaft zugute kommen soll. Ferner sollen Reykjawik und das südliche Island mit billiger Energie versorgt und eine elektrische Eisenbahn von Reykjawik nach den südöstlich davon gelegenen Landesteilen gebaut werden. An dem Reinertrage will die dänische Gesellschaft den isländischen Staat durch eine jährliche Abgabe beteiligen. Die Gesellschaft hat sich außer den Sogwasserfällen das Eigentumsrecht und Nutzungsrecht an einer Anzahl von Wasserfällen in Island gesichert. Zur Verwirklichung der Unternehmung rechnet man mit einem Kapitalsbedarf von 20 Mill. Kronen dänischer Kronen, wovon 10 Mill. auf die Sogwasserfälle und 4 Mill. auf die Eisenbahn entfallen. Die Entscheidung über die baldige Inangriffnahme soll schon in nächster Zeit gefällt werden. *R.*

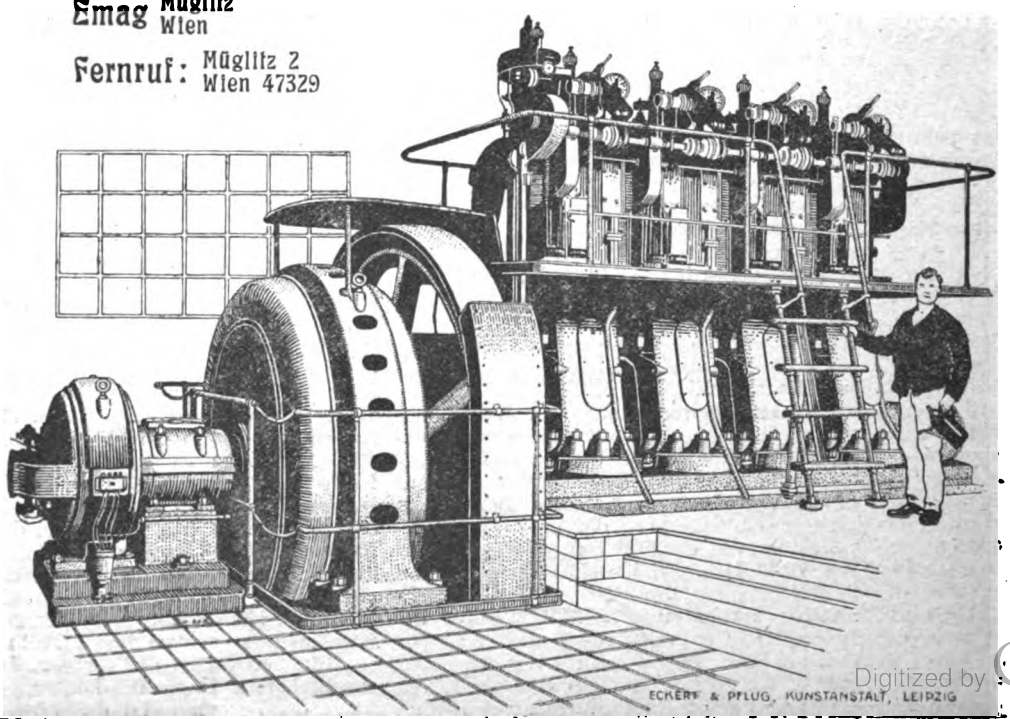
Glühlampen für Projektionsapparate in den Kinematographentheatern Amerikas. In Amerika geht man daran, die Bogenlampen der Projektionsapparate in den Kinos durch besonders ausgebildete Glühlampen zu ersetzen*). Die Berechnung hat ergeben, daß hiebei eine jährliche Ersparnis von schätzungsweise 160 000 t Kohle erzielt werden kann. Dazu kommt noch, daß der Energieverbrauch der Projektionsapparate mit Glühlampen um die Hälfte kleiner ist als bei Projektionsbogenlampen.

Der Niagara im Kriege. Nach amerikanischen Fachblättern soll die Produktion

*) Vgl. E. u. M. 1918, Heft 15, Seite 180.

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrizitäts- und Maschinenbau-
Müglitz, Mähren □ Aktien-Gesellschaft
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Drahtanschrift:
Emag Müglitz Wien
Fernruf: Müglitz 2 Wien 47329



Motoren,
Dynamos
Licht-
und
Kraft-
anlagen.

Digitized by Google

gewisser Betriebe am Niagara seit Beginn des Krieges sich um das Hundertfache erhöht haben. Außer Sägewerken, Gießereien und Hochöfen sind es insbesondere die chemischen Fabriken, die ihre Kraft aus dem Falle beziehen. Vor einigen Jahren lieferte dieser 60 000 PS bei einer Spannung von 2500 V. Mitte des Jahres 1915 wurden 105 000 PS erzeugt, und zu Anfang der vorigen Jahres war der Verbrauch auf 170 000 PS gestiegen. Davon gehen fünf Siebentel nach elektrochemischen Betrieben oder werden der Darstellung von Aluminium, Soda und Pottasche, Chlorverbindungen, Nitraten, künstlichem Graphit, Kalziumkarbid, Phosphor, Stahl usw. nutzbar gemacht. Außerdem versieht der Niagara die Großstädte bis zu einer Entfernung von 400 km mit Kraft.

Die Einführung der Sommerzeit in den Vereinigten Staaten hat, wie S. Insull von der Commonwealth Edison Co. in Chicago nach „Electrician" ermittelt hat, in den sieben Monaten des Jahres eine Ersparnis von 0·3 Mill. t Kohle mit sich gebracht. Allerdings sind die Einnahmen der Elektrizitätswerke dabei um 9·5 Mill. Dollar gesunken. Abzüglich der Ersparnis an Brennstoff bleibt für die Werke ein reiner Verlust von 8·5 Mill. Dollar. Insull hebt hervor, daß durch die Zeitverlegung das ganze Jahr hindurch die Tagesbelastung durch Kraftstrom und die Abendbelastung durch Lichtstrom nicht zusammenfallen würde, so daß infolge Abflachung der Belastungsspitzen eine weitere Ersparnis von 125 000 t Kohle erzielt werden könnte, dabei würde die Leistung von 400 000 kW an Maschinen frei werden. Der hiedurch zur Verfügung stehende Strom könnte mit einem Gewinn für andere industrielle Zwecke verwendet werden.

Neue Bücher.

1065 **Thomälen, Dr. Adolf.** „Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik". 7. verbesserte Auflage. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis M 18.

1758 **Kosack, Ing. Emil.** „Elektrische Starkstromanlagen". Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker, sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. 3. durchgesehene Auflage. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis M 8.

2430 **Wittenbauer Ferdinand.** „Aufgaben aus der technischen Mechanik". II. Band. Festigkeitslehre. 611 Aufgaben nebst Lösungen und einer Formelsammlung. Dritte verbesserte Auflage. Berlin 1918. Verlag Julius Springer. Preis M 12.

2431 **Ruppel, Prof. Ing. Sigwart.** „Vereinfachte Blitzableiter". Vierte ergänzte und verbesserte Auflage. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis M 1·80.

2432 **Lewin C. M.** „Werkstättenbuchführung für moderne Fabriksbetriebe". Zweite verbesserte Auflage. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis M 10.

2433 **Stiel, Dr. Ing. Wilhelm.** „Theorie des Riementriebes". Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis M 12.

2434 **Siucki, Ing. A.** „Zur Dampfmaschinentheorie". Theorie und Berechnung der wirtschaftlichen Dampfmaschine. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis M 6.

2435 **Riedler, Dr. A.** „Berufsschutz" und „Freie Bahn den Tüchtigen". Zeitgemäße Betrachtungen zur Berufswahl für Ingenieure. Berlin W 1918. Verlag von M. Krayn. Preis M 1·50.

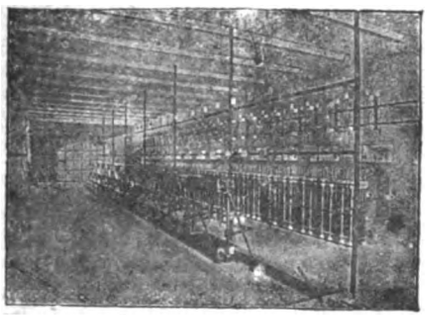
2437 **Halbertsma, Dr. Ing. N. A.** „Fabriksbeleuchtung". Ein Leitfaden der Arbeitsstättenbeleuchtung für Architekten, Fabrikanten, Gewerbehygieniker, Ingenieure und Installateure. München und Berlin 1918. Verlag von R. Oldenburg. Preis M 12.

Lieferungsausschreibung.

Von den Staatsbahndirektionen in Wien, Linz, Villach, Prag und Stanislau, sowie von der Nordbahndirektion wird die Lieferung von Glühlampen und Kohlenstiften für Bogenlampen für das erste Halbjahr 1919 im Offertwege vergeben. Näheres ist bei den genannten Direktionen zu erfahren.

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

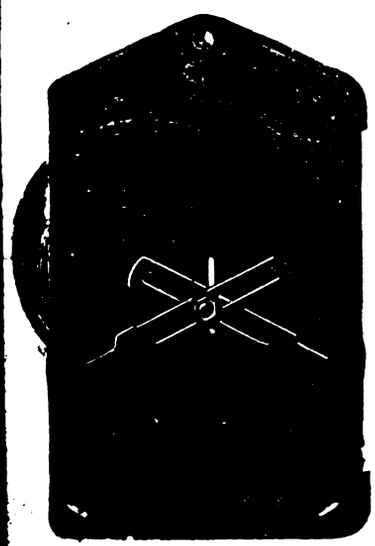
passend zu sämtlichen Zählertypen.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

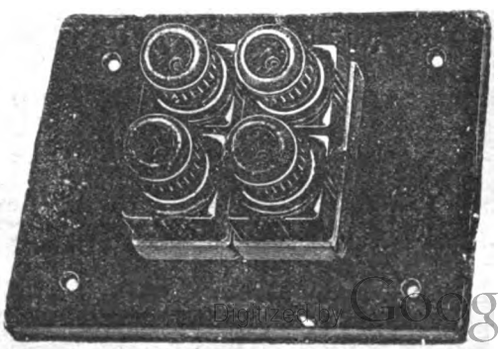
sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN



Österr. Patent Nr. 71.445.

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G. Wien III!

Nr. 5 MITTEILUNGEN 1918
ÖST. U. UNG. ELEKTRIZITÄTSFIRMEN

Preiserhöhung elektrischer Maschinen.

Österreichische und ungarische Elektrizitätsfirmen haben folgende Teuerungszuschläge auf Maschinen und Zubehör, Transformatoren, Apparate, Instrumente und Installationsmaterial vereinbart:

1. Für Aufträge nach Anhang C zu den Lieferungsbedingungen für den Monat September l. J. 50%, für den Monat Oktober l. J. 55%.

2. Für Aufträge nach Anhang D oder E zu den Lieferungsbedingungen sind die Ausgleichszahlen zur Bestimmung des Teuerungszuschlages für den Monat September l. J. 60 und für den Monat Oktober l. J. 65.

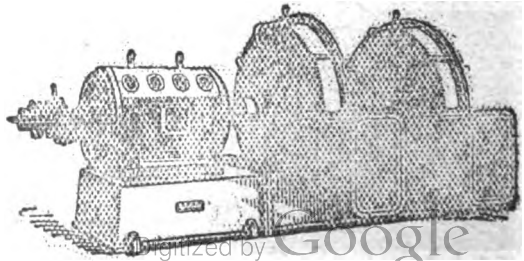
FORT MIT DEN ELEMENTEN!
Der KLINGEL-TRANSFORMATOR
gibt Schwachstrom direkt aus dem Starkstrom-Lichtnetze zum Betriebe von Läutewerken, Türöffnern, Tableaux, Signalapparaten u.s.w.
Klein; sauber, unvergänglich, ohne Säure, stets betriebsbereit, kurzschlußsicher
H. PÖCHHACKER & COMP. Elektrotechnische und technische Handels-Gesellschaft
— Wien XVIII, Theresiengasse 71. —

BÖHMERWALD-HOLZIMPRÄGNIER-WERKE
GES. M. B. H.
BUDWEIS (BÖHMEN)
Kyanisierte Leitungsmaste für Telegraph, Telephon, elektrisches Licht u. Kraftübertragung
Vertretung in Wien:
H. PÖCHHACKER & Co.,
XVIII, Theresiengasse 71

KRAMER & LÖBL, SCHLAG bei GABLONZ a. N.
Fabrik elektrotechn. Artikel.
Reduktionsnippel
1/4“ × 1/8“
3/8“ × 1/8“
Nr. 0406.
Kabelschuhe
gestanzt.
Nr. 280 (4 bis 50 mm²).
Ringnippel
Zinkguß weiß oder vermessingt.
Nr. 0390 Zg.
Offerte freibleibend.

Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co.
K. k. priv. Metall- u. Eisenwaren-, Schrauben-, Nieten-, Draht- und Drahtstifte-Fabrik.
Gegr. im Jahre 1868. Kalsdorf bei Graz. Gegr. im Jahre 1868.
Adresse für Briefe: Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co., Kalsdorf bei Graz. Telegramme: FINZEFABRIK GRAZ.
Fernsprecher Graz Nr. 53, 2065 und interurban. Giro-Konto: bei der steiermärk. Eskompte-Bank Graz.
Abteilung I: Schrauben-, Nieten-, Muttern-, Drähte- und Drahtstifte-Erzeugung.
Abteilung II: Gesenkschmiederei und Walzwerk.
Abteilung III: Präzisionswerkzeuge, Spiralbohrer „Zenith“ und „Dachs“, Gewindebohrer, Fräser usw. Patent-Univ.-Schnellbohrfutter „Gerberding“.
Abteilung IV: Geschoßerzeugung.
Spezialität: Patent-Stein-, Fundament- u. Schalttafelschrauben. Patent-Muttern-Sicherung „GAF“.

Aktiengesellschaft Kühnle, Kopp & Kausch, Frankenthal (Pfalz).
K. K. K.-
Turbo-Gebläse
für alle Zwecke, Drücke und Mengeleistungen.



Größte Betriebssicherheit. Höchste Nutzeffekte bei geringstem Kraftverbrauch.

Digitized by Google

Wien, 27. Oktober **ANZEIGER** 1918 — Heft 43

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die neuerliche Erhöhung der Post-, Telegraphen- und Telephongebühren in Österreich und in Deutschland. — Rundschau. — Metallbericht.

Die neuerliche Erhöhung der Post-, Telegraphen- und Telephongebühren in Österreich und in Deutschland.

Von **Hans v. Hellrigl**, Innsbruck.

Am 1. September 1918 ist in Österreich mit Verordnung des k. k. Handelsministers vom 3. August 1918 (RGBl. Nr. 294, CXLVI Stück) und in Deutschland am 1. Oktober 1918 durch ein Gesetz mit kaiserlicher Verordnung vom 26. Juli 1918 (RGBl. S. 577) eine weitere Gebührenerhöhung im Post-, Telegraphen- und Telephonverkehr in Kraft getreten.

Österreich.

Mit der neuerlichen Erhöhung der Telephongebührensätze im Ortsverkehre der Teilnehmer-Sprechstellen erscheint zugleich die Auflassung der zwei niederen Gebührenklassen (B und C) für Hauptstellen mit Einzelanschluß nunmehr auch in den drei obersten Netzgruppen (I bis III) verbunden; infolgedessen sind die weitläufigen Bestimmungen über die Sprechgrenzen (bis 3000, bis 6000 und bis 12 000 eigene Rufe im Jahre) mit der Unterscheidung der Teilnehmer nach schwachem, starkem und sehr starkem Verkehre entfallen; ebenso über die Zählungen der Rufzahlen zu gewissen Zeiten, Abstrichen von den Zählergebnissen usw. Jeder Teilnehmer mit Einzelanschluß darf im Durchschnitte täglich höchstens 40 eigene Rufe abgeben, was im Jahre zu 300 Tagen gerechnet, 12 000 Rufe ausmacht und die frühere oberste Sprechgrenze darstellt. Wird eine Überschreitung dieser Sprechgrenze festgestellt, so wird das als Mißbrauch aufgefaßt und die Verwaltung kann die Anmeldung eines weiteren Anschlusses verlangen oder den Betrieb der betreffenden Teilnehmer-Sprechstelle einstellen oder ganz auflassen.

Die Bestimmungen betreffs der Gesellschaftsanschlüsse, die nunmehr an die Stelle der oberwähnten zwei aufgelassenen Gebührenklassen B und C treten, sind unverändert geblieben; ebenso betreffs der sogenannten Landanschlüsse, Gebührenklasse D, sowie der Umwandlungen oder Änderungen der Gebührenklasse; in der nachstehenden neuen Gebührentabelle sind die früher geltenden Gebührensätze in Klammern untergestellt.

Es wird auffallen, daß die früher am meisten gerechterweise belasteten Einzelanschlüsse mit sehr starkem Verkehre in der ersten und zweiten Netzgruppe anstatt einer Erhöhung sogar einer geringen Verbilligung (5% in der II. und 4% in der I. Netzgruppe) teilhaftig werden, besonders scharf hervortretend gegenüber einer Erhöhung um nicht weniger als 60%, womit die jetzt aufgelassenen Einzelanschlüsse mit schwachem Verkehre belastet erscheinen.

Die Erhöhung der Gebührensätze schwankt sonst im allgemeinen zwischen 0 (im Netze III, Klasse A) und 20 bis 100%; die Steigerung auf das Doppelte trifft die Viertel-Gesellschaftsanschlüsse (jetzt Klasse C in VI) und erscheint überhaupt die Klasse C in allen Netzen (I bis VI), wo zugelassen, am meisten betroffen; auch die nur in den kleinen Netzen V bis VIII zugelassenen, erst seit 1916 neu geschaffenen billigen Landanschlüsse sind nicht wenig (45 bis 65%) verteuert.

Für die versuchsweise Einführung des Einzelgespräch-Gebührensystems dürfte jetzt der günstigste Zeitpunkt gekommen sein, umsomehr, da auch alle sonstigen Gebühren und Einheitsätze: für Haus- und auswärtige Nebenstellen, für Entfernungszuschläge, für Baukosten- und Abtragungskostenersätze durchwegs um 100% erhöht wurden; ferner auch der im Jahre 1916 von einer Erhöhung verschont gebliebene Fernverkehr, der ebenfalls um 25 bis 65% verteuert ist, wie aus nachfolgender Aufstellung hervorgeht (frühere Gebühren in Klammern untergestellt).

Sprechgebühren (Einheits- für 3 min)

I	II	I	II	III	IV	V
Nah-		Fern-				
Zone						
Heller		Kronen				
40	60	1.—	1·50	2·50	4·—	—*)
(30)	(40)	(—·60	(1·—)	(2·—)	(3·—)	(4·—)

Die erhöhten Gebührensätze im Ortsverkehre und die Entfernungszuschläge erhalten für die alten Teilnehmer erst vom 1. Jänner 1919 ab Geltung, ebenso einige abgeänderte Übergangsbestimmungen, dagegen ab 1. September 1918 für alle von diesem Tage ab neu in Betrieb gesetzten Sprechstellen, sowie im Fernverkehre.

Im Telegraphenverkehre wird ab 1. September 1918 für jedes gebührenpflichtige Telegramm ein Zuschlag von 20 h eingehoben.

Deutschland.

Die im Jahre 1916 eingeführte außerordentliche Reichsabgabe von 10% der Telephongebühren wird auf 20% erhöht. Es erhöhte sich also zum Beispiel die Jahres-Bauschgebühr im Jahre 1916 in acht Stufen der Netze von 50 bis über 20 000 Teilnehmer von früher Mk. 80 bis 180 auf Mk. 88 bis 198 und jetzt ab 1. Oktober 1918 weiter auf Mk. 96 bis 216 usw.**); bei dringenden Gesprächen wird der gleiche Zuschlag von 20% berechnet. Die sonstigen bestehenden Telephongebühren bleiben auch weiter von der erhöhten Reichsabgabe befreit. In den zwei Monaten Oktober und November 1918 kann jeder Teilnehmer seinen Anschluß mit einmonatiger Frist kündigen.

Die Telegraphengebühren, im Jahre 1916 um 2 Pfg. pro Wort, sind jetzt um 3 Pfg. (auch gleich bei dringenden Telegrammen) mindestens 15 (10) Pfg. pro Telegramm erhöht.

Gebührentabelle,

gültig ab 1. September 1918; im Übergange ab 1. Jänner 1919.

Netzgruppe	Für Netze mit einer Teilnehmerzahl von	In der Gebührenklasse A (für Hauptstellen mit Einzelanschluß)	B (für Hauptstellen mit halbem Gesellschaftsanschluß)	C (für Hauptstellen mit Viertel-Gesellschaftsanschluß)	D (Landanschluß)
		Kronen			
I	mehr als 20 000	480 (500, 400, 300)	280 (200)	190 (130)	—
II	5001 bis 20 000	380 (400, 320, 240)	240 (170)	160 (100)	—
III	2001 „ 5 000	320 (320, 260, 200)	210 (140)	150 (90)	—
IV	501 „ 2 000	280 (180)	190 (120)	140 (80)	—
V	201 „ 500	240 (160)	170 (110)	130 (70)	130 (90)
VI	51 „ 200	210 (140)	160 (100)	120 (60)	120 (80)
VII	21 „ 50	180 (120)	150*) (90)	120*) (60)	110 (70)
VIII	höchstens 20	160 (100)	140*) (80)	120*) (60)	100 (60)

*) In den Netzen VII und VIII im Übergange, solange noch solche Anschlüsse bestehen (vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger, Heft 6).

*) Die V. Fernzone wurde aufgelassen und die IV. Fernzone statt bis zu 600 km auf über 300 km festgesetzt, so daß die Sprechgebühren auf Entfernungen über 600 km keine Erhöhung erfahren haben.

**) Vgl. E. u. M. 1916, Anzeiger, Seite 222, Punkt 1 bis 8.

Digitized by Google

Rundschau.

Kommutatorschleifapparate. Die Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie. führt Apparate zum Schleifen von Kommutatoren in zwei verschiedenen Ausführungsformen aus, je nachdem ob Kommutatoren mit oder ohne Schrumpfringen abgeschliffen werden sollen. Wir entnehmen den „BBC-Mitteilungen“ eine Beschreibung der Apparate. Eine fliegend angeordnete Schmirgelscheibe ist mit ihrem Antrieb auf einem gußeisernen Fuß befestigt und mit Längs- und Querschlitten ausgerüstet. Die Scheibe wird durch eine an ein Vorgelege angeschlossene biegsame Welle angetrieben, das Vorgelege wird durch einen Riemen von einem Motor aus betrieben. Bei dem Apparat zum Abschleifen von Kommutatoren ohne Schrumpfringe liegt die Antriebswelle zum Kommutator parallel, bei der zweiten Type dient als Antrieb ein Winkelgetriebe, von dem das eine Kegelrad an der Schmiergelscheibenachse, das zweite an der Antriebswelle sitzt, letztere steht also senkrecht zum Kommutator und kann um 180° um die Antriebsachse gedreht werden. Das Abschleifen erfolgt je zur Hälfte in zwei Arbeitsgängen.

Die Schmirgelscheibe läuft im gleichen Sinne wie der mit 0·5 bis 2 m pro s laufende Kommutator mit 1500 bis 2000 U. p. min; ihr Mittel soll höher als die Maschinenachse liegen. Man schleift zuerst mit einer groben, dann mit einer feinen Scheibe; die erforderliche Leistung ist 0·37 kW.

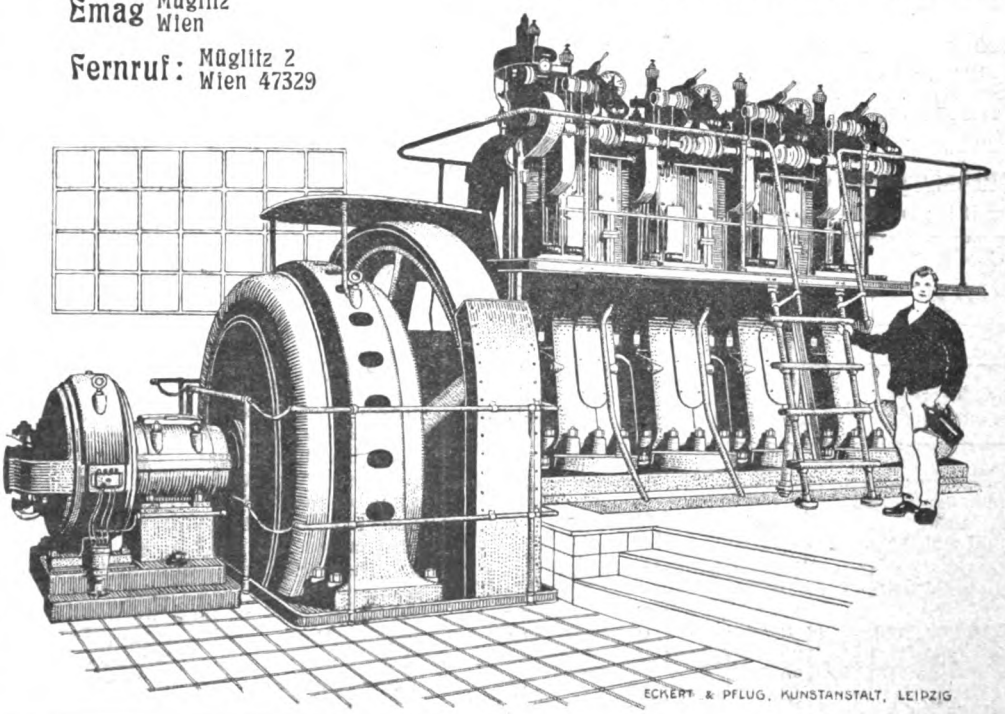
Soll der Kommutator abgedreht werden, so wird die Schmiergelscheibe durch einen Drehstahl mit Befestigungsvorrichtung ersetzt; bei 0·5 bis 0·8 m Umfangsgeschwindigkeit pro s dürfen nur sehr feine Späne abgenommen werden. Nach dem Abdrehen ist zu schleifen. Schwingungen des Kommutators sind durch Verminderung der Tourenzahl zu vermeiden.

Zum Ausfräsen des Glimmers zwischen den Lamellen wird von der Firma ein eigener Glimmerfräsapparat geliefert.

Eine elektrisch betriebene Metallsäge von ungewöhnlich hoher Leistungsfähigkeit wird, wie „Genie civil“ vom April d. J. mitteilt, in den „Atlas“-Werken für englischen Kriegsbedarf erzeugt. Mit dieser Säge können ökonomischer und rascher als auf jede andere bisher bekannte Art im Ölbad gehärtete Stahlblöcke von 66 cm Dicke geschnitten werden. Sie erinnert in ihrer Form und Anordnung an die Herbertschen „Rapid“-Sägen, ist aber bedeutend kräftiger und leistungsfähiger als diese. Die 3·5 t schwere Säge besitzt ein Sägeblatt von 61 bis 79 cm Länge und 51 mm Breite, ihr Gestell ist 1·52 m lang und 0·91 m breit. Die fortschreitende Arbeitsbewegung wird durch das Gewicht des beweglichen Teiles herbeigeführt; die hin und her gehende Bewegung wird in der Weise ausgenützt, daß die Schneidearbeit nur beim Hingang verrichtet wird, wogegen das Sägeblatt während des ganzen Rückganges automatisch angehoben bleibt. Überdies kann durch eine vom Bedienungsmann zu betätigende Schraube ohne Ende das Sägeblatt jederzeit angehoben und das Schneiden nach Bedarf unterbrochen werden. Ein Arbeiter kann eine ganze Anzahl solcher Sägen gleichzeitig bedienen. Der Antrieb erfolgt durch einen 3 PS-Elektromotor unter Vermittlung einer doppelten Zahnradübersetzung.

Elektrisch geheizte Kleider für Piloten wurden zu Beginn des Krieges von Deutschland in Anwendung gebracht und später von England systematisch eingeführt. — Handschuhe, Stiefel und Rock sind mittels eigener Drähte an eine Batterie oder an eine vom Motor angetriebene Dynamo angeschlossen. In England werden, wie „Daily Express“ mitteilt, von zwei Firmen, die sich mit der Lieferung elektrisch geheizter Kleider für Piloten befassen, gegen 800 solche Ausrüstungsstücke pro Woche erzeugt. Die von der Radio-Electric-Clothing Company erzeugten Handschuhe bestehen aus dem feinsten, weichsten Material, so daß sie bei Handhabung der Maschine dem Piloten in keinerlei Weise hinderlich werden können. Der Drahtanschluß befindet sich auf dem Handrücken und von da aus besteht eine Verbindung mit dem Rockärmel. Über den Handschuh können Pelzfäustlinge angezogen werden. Die elektrisch geheizte Kleidung wurde im Oktober 1917 zum erstenmal von englischen Piloten verwendet, gerade als man mit den großen Flügen nach Deutschland begann. Zu Beginn des Krieges konnte man in England noch keinen

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Drahtanschrift: Emag Müglitz Wien
Fernruf: Müglitz 2 Wien 47329



Motoren, Dynamos, Licht- und Kraftanlagen.

ECKERT & PFLUG, KUNSTANSTALT, LEIPZIG

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

Gebrauch von diesem System machen, weil die damals verwendeten Maschinen nicht genügten, um auch den nötigen Heizstrom zu liefern.

Über ein Verfahren zur Erzeugung von Papier aus dürrem Laub, das von Frankreich ausgeht, lesen wir in Z. V. D. I. Zur Papierherstellung werden die Rippen der Blätter verwendet, der übrige Stoff des Blattes, der beim Zerdrücken in Pulverform abfällt, findet nach trockener Destillation in Briketform als Brennstoff oder als Futtermittel Verwendung. Nach den bisherigen Angaben sollen aus 1000 kg Laub erhalten werden: 250 kg Papierstoff, 200 kg Kohlenpulver oder 500 kg Futtermittel, sowie 30 kg Teer nebst 1·6 kg von chemischen Nebenprodukten.

Metallbericht. Über die Roheisen- und Stahlerzeugung Großbritanniens im Jahre 1917 brachte die „Deutsche Bergwerkszeitung" nach amerikanischer Quelle Zahlenangaben, von denen wir die folgenden herausheben:

	1916 t	1917 t
Hämatit	4 042 014	3 393 374
Basisches Eisen	2 290 549	3 082 562
Gießereiroheisen	1 418 824	1 162 982
Schmiedbares Eisen	899 467	864 759
Spiegeleisen, Ferromangan und Ferrosilicium	291 845	296 524
Hochofenguß	105 284	20 053
Summa	9 047 983	9 420 254

Seit 1912 stellte sich die Gesamterzeugung folgendermaßen: 1912: 8 889 124; 1913: 10 481 917; 1914: 9 005 898; 1915: 8 793 659 t. Wenn diese, allerdings nicht aus amtlicher Quelle stammenden, Zahlen zuverlässig sind, hat Großbritannien die Roheisenerzeugung bei weitem nicht in dem Maße gesteigert, wie allgemein angenommen wurde und es bietet sich eine neue Erklärung für die von uns schon in unserem vorigen Berichte betonte Tatsache, daß England für die Versorgung der Neutralen mit Stahlfabrikaten nicht viel hat abgeben können und sich von dem wirtschaftlich ungleich ungünstiger gestellten Deutschland in dieser Beziehung durchaus hat den Rang ablaufen lassen. Die britische Stahlerzeugung weist folgende Ergebnisse auf:

	1916 t	1917 t
Bessemer-Stahl:		
saurer	1 096 153	1 059 281
basischer	505 817	602 265
Siemens-Martin-Stahl:		
saurer	4 393 004	4 413 843
basischer	3 012 558	3 421 170
Elektro-Stahl:		
Barren	39 968	57 156
Gußstücke	9 288	11 693
Alle anderen Arten Stahlguß	139 669	186 920
Summe (ausschließlich Tiegelstahl)	9 196 457	9 752 328

Bemerkenswert ist die Vermehrung der Herstellung von Elektro-Stahl um rund 50%.

Ebenso wie für die Elektrizitätsindustrie hat auf Veranlassung des britischen Handelsamtes auch ein Ausschuß zur Prüfung des Eisen- und Stahlhandels nach dem Kriege getagt, dessen Denkschrift kürzlich an die Öffentlichkeit gekommen ist. Er verweist auf die praktischeren Methoden der Eisen- und Stahlfabrikanten in Deutschland und den Vereinigten Staaten, welche großartige Organisationen geschaffen und mehr nach der Erzeugung großer Mengen gleichartiger Waren, als nach Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse gestrebt hatten. Um die Produktion nach neuzeitlichen Richtlinien zu organisieren, sei eine gründliche Umgestaltung der Handels- und Industriepolitik Englands notwendig. Die Stahlindustrie müsse, um sie auf dem Weltmarkte wettbewerbsfähig zu machen, auf eine Leistung von 15 Mill. t jährlich gebracht werden. Zu diesem Zwecke empfiehlt der Ausschuß sowohl technische Verbesserungen, als auch eine einheitliche Kartellorganisation und läßt schließlich das Verlangen nach Einführung des Schutzzolles durchblicken.

Lp.

HIW

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.

HIW

Masten
Schwellen
imprägniert
(Teeröl, Fluornatrium, Chlorzink)
kyanisiert
(System Kyan).

HIW

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.

MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.

ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr. 8

Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS

ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google

Nr. 5 MITTEILUNGEN 1918
DES REICHSVEREINES ELEKTROTECHNISCHER HANDELSFIRMEN

Kurs für Angestellte elektrotechnischer Firmen.

Der Reichsverein elektrotechnischer Handelsfirmen plant einen Kurs für Angestellte seiner Mitglieder, eventuell auch für solche anderer elektrotechnischer Firmen, einzurichten, in dem die Teilnehmer von hervorragenden Fachkräften über Benennung, Aussehen, Funktion und Beurteilung der Artikel, mit denen die Angestellten zu tun haben, belehrt werden.

Der Reichsverein glaubt, daß es für die ganze elektrotechnische Branche von Vorteil sein wird, wenn eine größere Anzahl von jungen Leuten mit den zahllosen Bedarfsartikeln der Elektrotechnik eingehend vertraut gemacht wird, zumal das heutige Personal zum großen Teil sehr geringe Warenkenntnisse besitzt. Die Kursteilnehmer hätten ein geringes Honorar zu bezahlen.

Näheres ist bei der Geschäftsstelle des Reichsvereines elektrotechnischer Handelsfirmen, Wien IV, Schwarzenbergplatz 16 zu erfragen.

Unter dem Allerhöchsten Ehrenschutz
Seiner kaiserl. u. königl. Apostolischen Majestät
Kaiser Karls I.
Komitee für die Kriegsgräber-Fürsorge in Österreich
Hauptleitung: Wien 9/4, Canisiusgasse 10.

Elektromotore und Dynamomaschinen

Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt **Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.**

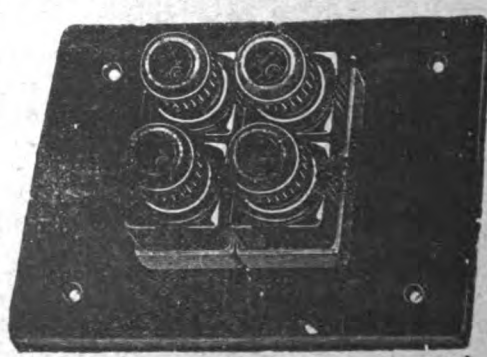
E. JORDAN
Kino- u. Elektro-Material Ges. m. b. H.
Wien VII, Neustiftgasse 115 a.
Fernruf 35255. Telegramme „INGOR".

Vollständige Kinoeinrichtungen.
Fabrikation von Kinoapparaten und deren Bestandteilen.
Lieferung von Dynamos, Elektromotoren
sowie Bedarfsartikel für Elektrotechnik.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten
passend zu sämtlichen Zählertypen.
Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III

Digitized by Google

Wien, 3. November **ANZEIGER** 1918 — Heft 44

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Das türkische Patent- und Markenschutzgesetz von Dr. P. Martell, Duisburg. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Das türkische Patent- und Markenschutzgesetz.

Von **Dr. P. Martell**, Duisburg.

Das grundlegende und im wesentlichen auch heute noch geltende türkische Patentgesetz stammt aus dem Jahre 1882, das im Jahre 1906 durch einen Nachtrag mehr den Fortschritten der Zeit angepaßt wurde. Das türkische Patentgesetz umfaßt insgesamt 43 Artikel, die ihrem wichtigsten Inhalt nach hier kurz erläutert seien. An sich ist nach Artikel 1 und 2 jede technische Neuerung oder Verbesserung, die ihrer Art nach bisher unbekannt war, in der Türkei patentfähig. Ausgeschlossen von der Patentfähigkeit sind jedoch Heilmittel aller Art, pharmazeutische Zusammensetzungen und finanzielle oder banktechnische Verfahren. Das türkische Patent kann für eine dreifach verschiedene Zeitdauer nachgesucht werden, und zwar für 5, 10 und 15 Jahre. Die Taxe für ein Patent von 5 Jahren beträgt 20 türkische Pfund, von 10 Jahren 40 Pfund und von 15 Jahren 60 Pfund.*) Die Zahlung der Patentgebühr hat in jährlichen Raten zu 4 Pfund zu erfolgen. Sobald die Zahlung einer Patentgebühr unterbleibt, erlischt das Patent.

Der Antrag auf Erteilung eines Patentes ist schriftlich beim Ministerium für Handel und Ackerbau in Konstantinopel einzureichen; er kann aber auch in den Provinzen an die in diesen zuständigen Generalgouverneure gerichtet werden. Dem Antrag ist, wie allgemein üblich, eine Beschreibung der Erfindung beizufügen, wobei die Zeichnungen nicht fehlen dürfen. Wo angängig, sind auch Muster der Erfindung mit einzureichen. Beschreibung und Zeichnung müssen in doppelter Ausfertigung eingereicht werden. Die Ausführung der Zeichnungen hat in Tinte zu erfolgen; alle Größenverhältnisse sind im metrischen Maße anzugeben. Sofern ein Antragsteller einen Vertreter mit der Wahrnehmung seiner Interessen in der Patentangelegenheit betraut, ist für den Vertreter eine Vollmacht beizulegen. Bei der Antragstellung ist gleichzeitig eine Gebühr von 4 Pfund einzuzahlen. Erfindungen, welche das Militär- und Marinewesen betreffen, müssen zwecks Patenterteilung zunächst der Militär- oder Marineverwaltung eingereicht werden. Erst nachdem von diesen Behörden eine Erklärung vorliegt, daß die Erfindung dem Lande von Nutzen sein kann, darf ein Patent ausgefertigt werden. Der Regierung steht es jederzeit frei, derartige Patente anzukaufen. Erfindungen, die den Rechtstitel eines türkischen Patentes erhalten haben und für den Staat als besonders nützlich erklärt wurden, können durch die Auszeichnung einer Staatsmedaille belohnt werden. Je nach dem Nützlichkeitswert der Erfindung kommt eine kupferne, silberne oder goldene Staatsmedaille in Betracht. Eine solche Auszeichnung wird in der Patenturkunde mit zum Ausdruck gebracht. Die türkische Patenturkunde wird vom kaiserlichen Ministerium des Handels und Ackerbaues ausgestellt und trägt dessen Siegel. Am Kopf trägt die Patenturkunde die kaiserliche Tugra. Abschriften der Patenturkunde können gegen Zahlung eines türkischen Goldpfundes und bei Erstattung der Schreibgebühren bezogen werden. Der Patentantrag muß die gewünschte Zeitdauer enthalten. Wird der Antrag wegen Nichterfüllung einer Grundbedingung des türkischen Patentgesetzes vom Ministerium zurückgewiesen, so darf der Antrag erst nach Verlauf von drei Monaten wiederholt werden. Eine Übersicht über die jeweils erteilten Patente wird alle sechs Monate herausgegeben. Nachträgliche Verbesserungen oder Veränderungen der Erfindung können gleichfalls geschützt werden und kostet ein solches Zusatzpatent ein Pfund. Die Übertragung des Eigentumsrechtes eines türkischen Patentes ist nur durch Notariatsakt möglich; es kann aber auch für diesen Zweck ein türkisches Gericht erster Instanz in Anspruch genommen werden. Patentbeschreibungen nebst Zeichnungen können gegen Erstattung der Kosten vom kaiserlichen Ministerium für Handel und Ackerbau in Konstantinopel bezogen werden, wo auch die Patentschriften für jedermann zur Einsicht aufliegen. Die Veröffentlichung der Zeichnungen und Beschreibung des Patentes erfolgt nach Zahlung der zweiten Jahresrate. Die abgelaufenen Patente werden im Mustersaal der Kunstgewerbeschule zu Konstantinopel aufbewahrt. Wichtig ist, daß auch die Türkei den Ausführungszwang der Patente eingeführt hat. Hiernach erlischt jedes Patent, das nicht spätestens zwei Jahre nach Patenterteilung zur Ausführung gekommen ist. Jeder patentierte Gegenstand muß, soweit das möglich ist, einen Patenthinweis mit der Bezeichnung „Sans Garantie du Gouvernement" tragen. Wer diese Bezeichnung fortläßt, verfällt einer Strafe von 2 bis 45 Pfund. Derselben Strafe setzt sich aus, wer einen Gegenstand fälschlich als patentiert bezeichnet. Im Wiederholungsfall wird die doppelte Strafe verwirkt. Anträge auf Löschung von Patenten, die von jedem Berufenen gestellt werden können, sind an das zuständige Gericht erster Instanz zu richten. Die Endurteile aus allen Patentgesetzen werden dem Handelsministerium bekannt gegeben. Für Patentverletzungen durch Nachahmung beträgt die Strafe 5 bis 100 Pfund. Soweit die wichtigsten Bestimmungen des türkischen Patentgesetzes.

Damit kommen wir zu dem türkischen Gesetz betreffend, die Fabrik- und Handelsmarken, das 19 Artikel umfaßt. Als Fabrik- und Handelsmarke läßt die Türkei Namen, Bezeichnungen, Siegel, Marken, Embleme, überhaupt alles zu, was erfahrungsgemäß als Fabriks- und Handelsmarke zu gelten hat. Die Anmeldung einer Fabriks- oder Handelsmarke hat bei dem kaiserlichen Handelsministerium in Konstantinopel oder bei Provinzregierungen zu erfolgen. Die Dauer des Markenschutzes erstreckt sich auf 15 Jahre. Eine Erneuerung um den gleichen Zeitraum kann erfolgen, wenn die weitere gleiche Eintragung gefordert wird. Von jeder Schutzmarke sind zwei gleiche Muster zu hinterlegen, die genau dem Original entsprechen und alle sonstigen Angaben enthalten müssen. Das betreffende Schriftstück muß die eigenhändige Unterschrift des Antragstellers oder seines Bevollmächtigten tragen. Etwas merkwürdig ist die Forderung des türkischen Gesetzes, daß der Antragsteller einer Fabriksmarke sich auf dem Handelsministerium persönlich vorstellen muß, was allerdings auch durch einen Bevollmächtigten geschehen kann. Für provinzielle Antragsteller sind die betreffenden Präsidialregierungen zuständig. Von den zwei hinterlegten Mustern der Fabriksmarke verbleibt nach erfolgter Eintragung ein Muster auf dem Konstantinopeler Handelsministerium, während das andere auf dem Justizministerium niedergelegt wird.

Die Gebühren für die Eintragung einer Fabriksmarke bewegen sich zwischen 5 und 10 Pfund. Kommen zwei Marken zur Eintragung, so beträgt die Gebühr für die erste Marke 10 Pfund und für die zweite 6 Pfund; bei drei Marken kostet die dritte 5 Pfund. Der Antragsteller erhält in der Regel über die von ihm beanspruchte Fabriksmarke zunächst eine provisorische vom Handelsministerium ausgestellte Urkunde, bis dann später vom Justizministerium die endgültige folgt. Wer mißbräuchlich eine Marke nachahmt oder solche betrügerischerweise Waren beilegt, wird mit einer Geldstrafe von 2 bis 50 Pfund bedroht; in besonders schweren Fällen kann auch eine Gefängnisstrafe von 1 bis 6 Monaten verhängt werden. Die gleiche Strafe trifft den Verkäufer von derartig gefälschten Waren. Wer eine Marke ändert und hiemit Waren in den Verkehr bringt, setzt sich einer Strafe von 2 bis 30 Pfund aus; auch kann auf Gefängnis von einer Woche bis zu zwei Monaten erkannt werden. Dergleichen Strafe verfällt der Verkäufer, welcher derartig gefälschte Waren zum Verkauf bringt. Streitigkeiten über den Markenschutz müssen vor dem Tribunal erster Instanz verhandelt werden. Marken, welche gegen die guten Sitten oder Moral verstoßen, werden nicht genehmigt. Die türkische Regierung behält sich das Recht vor, für einzelne Waren einen Markenzwang auszusprechen. Die rechtliche Übertragung einer Fabriks- oder Handelsmarke an Dritte kann nur mit Genehmigung der Türkischen Regierung erfolgen. Dasselbe gilt von der Übertragung auf Erben nach Ableben des Inhabers einer Fabriksmarke Die Beschlagnahme von Waren, welche ungesetzlicherweise eine Marke tragen, kann vom Tribunal erster Instanz ausgesprochen werden; auch steht es dem Gericht zu, derartig beschlagnahmte Waren dem rechtmäßigen Inhaber der Fabriksmarke zu überweisen.

*) Das türkische Goldpfund hatte vor dem Weltkrieg einen Wert von etwa 18 Mark; im Laufe des Krieges bewegte sich der Kurs um 22 Mark. Ein Goldpfund enthält 100 Piaster.

Digitized by Google

Rundschau.

Die Kosten amerikanischer Leitungsanlagen bei Verwendung stählerner und hölzerner Leitungsmaste. Infolge der Schwierigkeiten in der Beschaffung von Stahl ist dieser in Amerika im Preise sehr gestiegen und man war daher bei Überlandzentralen — sei es bei neu errichteten oder bei Leitungsanschlüssen an bestehende — oft plötzlich vor die schwere Aufgabe gestellt, Leitungen, die nur für die Dauer des Krieges bestimmt waren, rasch zu bauen. Hiebei spielen natürlich die Baukosten eine wesentliche Rolle. Die Montana Power Company in Butte (Mont.) hat nun, wie „Electrical Review, Chicago" mitteilt, zwei Leitungen errichtet, von denen die eine mit Stahl-, die andere mit Holzmasten aus Zedernholz ausgerüstet ist; beide für 100 000 V bestimmte Leitungen haben denselben Kupferquerschnitt und die gleichen Isolatoren und unterscheiden sich voneinander bloß dadurch, daß bei der einen einfach Stahlständer mit horizontalen Querarmen, bei der anderen je zwei 13·5 m hohe Holzmaste zur Verwendung gelangten, welch letztere einen 2·4 m langen Querarm tragen. Die Eisenmaste der Great Falls-Butte-Leitung stehen in solchen Abständen, daß auf 5 km 28 Maste entfallen; bei der East Helena-Josephine-Leitung entfallen auf 2 km 15 Doppel-Holzmaste.

Bei der Holzmastleitung betrugen u. a. pro km die Kosten der Träger 127·4 Doll., der Isolatoren 149·7, der Querarme 18·4, der Imprägnierung mit Kreosot 37·8 Doll.

Bei der Stahlmastleitung entfielen auf die Träger 384·6, die Isolatoren 68 Doll.

Bei beiden Leitungen betrugen die Kosten der Kupferleitung pro km 597 Doll., die der zur Aufhängung der Kupferdrähte dienenden Tragdrähte pro km 88·7 Doll. Der restliche Teil der Kosten entfällt im wesentlichen auf die Arbeiten des Einbaues der Maste, Spannen der Drähte, Werkzeuge, Wartung und Bedienung, Unfälle und Schäden, Telephon und sonstige allgemeine Auslagen.

Die gesamten Leitungskosten pro km waren bei Verwendung von Holzmasten 1514·68 Doll., von Stahlmasten 1993·60 Doll.

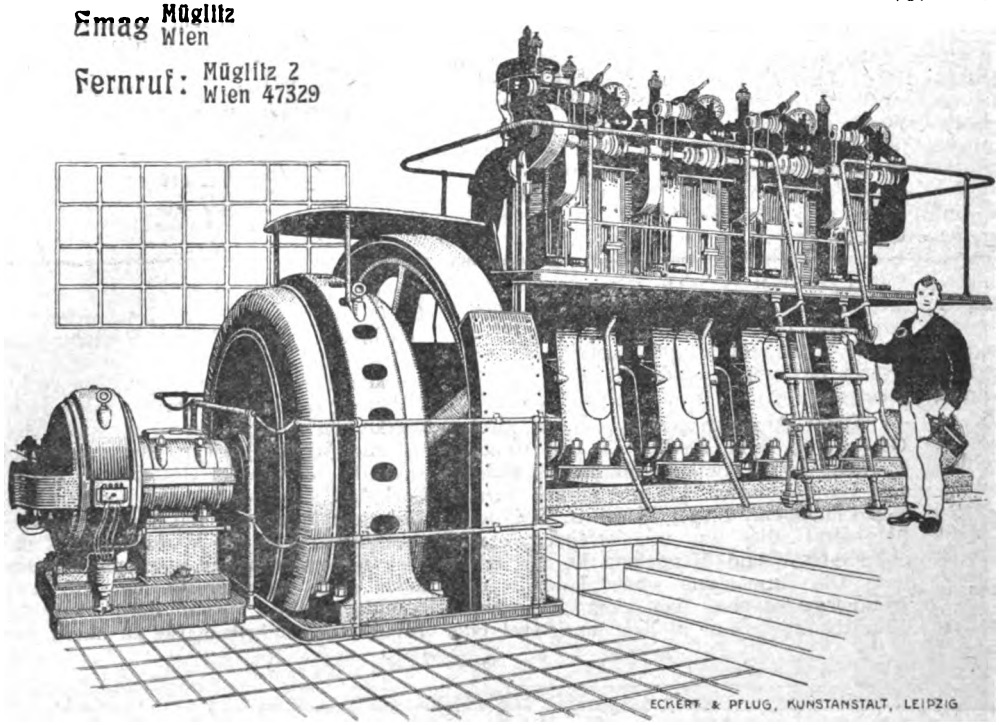
Ein direkt zeigendes Photometer, das sich besonders für Lichtmessungen schnell vorübergehender Lichteffekte, wo für die Einstellung auf Gleichheit der Lichtstärke die Zeit fehlt, eignet, ist unlängst in England und fast gleichzeitig in Amerika angegeben worden. Es besteht im Prinzip aus einer Anzahl in Reihe gestellter Schlitze oder Punkte oder Buchstabenschablonen, die von einer Lichtquelle beleuchtet werden, in dem Maße ihres Abstandes von derselben. Die aufeinanderfolgenden Schlitze usw. sind also verschieden lichtstark. Beim Auftreten eines Lichtblitzes hat man dann nur zu beobachten, welcher

Imprägnierte Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrische Bügeleisen
vernickelt, mit auswechselbarem Heizkörper, für 110, 150, 220 und 250 V, zirka 350 W, 3½ kg, samt Schnur und Stöpsel, fabriziert
Kéler és Mechner, Budapest, Podmaniczky-utca 63.
Telegrammadresse: Mechanik.
Alleinverkauf für Österreich:
Otto von Duval, Wien VI, Mariahilferstraße 105.

Elektromotore und Dynamomaschinen
Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Drahtanschrift: Emag Müglitz Wien
Fernruf: Müglitz 2 Wien 47329



Motoren, Dynamos, Licht- und Kraftanlagen.

von den beleuchteten Schlitzen verschwindet. Aus der Lage desselben zu der Lichtquelle ist auf seine Lichtstärke und somit auf die zu messende zu schließen.

Quecksilberdampflampen neuester Bauart, unter dem Namen „Silica", bringt nach Berichten englischer Zeitungen die Westinghouse Cooper-Hewitt Co. auf den Markt. Die Lampe hat eine Lichtstärke von 3000 Kerzen; bei 200 bis 250 V zeigt sie einen Stromverbrauch von 3·5 A. Der Brenner hat eine Lebensdauer von 3000 bis 4000 h. In letzter Zeit sind Lampen für 2500 Kerzen bei 100 bis 130 V und für 2000 Kerzen bei 200 bis 250 V hergestellt worden. Die maximale Lichtstärke herrscht in der Richtung 70° unter der Horizontalen. Hauptsächlichste Verwendung finden die Lampen bei Lichtpausmaschinen. Die Lampe ist dabei im Innern eines Zylinders aus Glas eingebracht, durch den ein kühlender Luftstrom streicht, von einem Ventilator hindurchgedrückt. Über den Zylinder werden die Zeichnungen und das Pauspapier hinweggeführt, durch ein Förderband fest an ihn herangedrückt.

Der erste weibliche Werkzeugmacher im Kleinbauwerk der Siemens-Schuckertwerke, Siemensstadt bei Berlin, legte, wie die Firma mitteilt, nach vierjähriger, normaler Lehrzeit seine Prüfung vor der Berliner Handwerkskammer mit dem Prädikat „recht gut" ab. Weitere weibliche Lehrlinge sind zurzeit in Ausbildung.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

St. Pölten. Dem Verwaltungsrat der St. Pöltner Straßenbahn A.-G. wurde die Bewilligung zu den technischen Vorarbeiten für eine vollspurige, mit elektrischer Kraft zu betreibende Kleinbahn von dem Endpunkte der bestehenden Kleinbahnlinie St. Pölten—Harland nach Pyhra auf die Dauer eines Jahres erteilt.

Linz—Urfahr. Dem Aktionskomitee zur Erbauung einer Eisenbahn Linz (Urfahr)—Leonfelden, Gallneukirchen, in Linz wurde die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine schmalspurige, mit elektrischer Kraft zu betreibende Bahn niederer Ordnung von einem geeigneten Punkte der Verbindungsbahn Linz—Urfahr nächst der Donaubrücke in Urfahr über Hellmonsödt, Zwettl und Schenkenfelden nach Leonfelden mit einer Abzweigung nach Gallneukirchen erteilt.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Teuerungszuschlag der Zählerfabriken. Wie wir erfahren, haben die

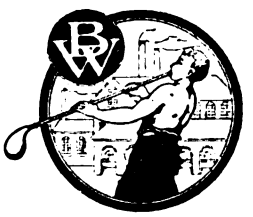
Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)

Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.



Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner

(patentierte Gassparbrenner)

zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger

Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger

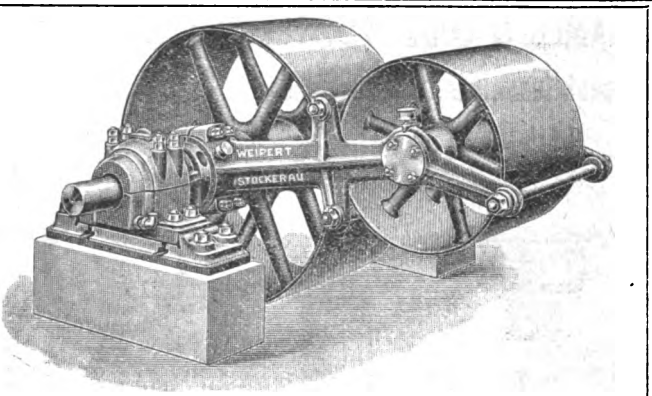
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke

m. b. H.

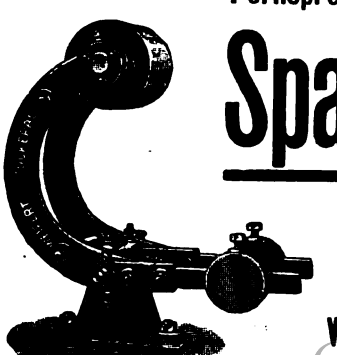
BERLIN N 4.



J. WEIPERT & SÖHNE

STOCKERAU

Fernsprecher 9.



Spannrollen

ausgeführt

für Kraftübertragungen

von 1/2 PS bis 700 PS

Digitized by Google

österreichischen und ungarischen Zählerfabrikanten beschlossen, daß vom 24. Oktober d. J. angefangen der bisher gültige Teuerungszuschlag von 70% auf 100% erhöht wird.

Errichtung eines Stahl- und Wasserkraftwerkes am Südabhang des Matterhorn. Die Lokomotiven- und Maschinenfabrik Breda in Mailand erhöht das Kapital, das bei Kriegsanfang nur 14 Mill. betragen hatte, weiter von 50 auf 100 Mill. Lire, um ein großes mit einem Wasserkraftwerk verbundenes Stahlwerk am Südabhang des Matterhorn anzulegen.

Die Eisenversorgung Italiens im Kriege. Der Eisenbedarf Italiens wurde im Frieden von Deutschland in wesentlich höherem Maße gedeckt als von England. Es galt im Kriege nun für Italien, für diesen Ausfall und dazu die gesteigerten Ansprüche der Heeresverwaltung Ersatz zu schaffen, worüber die „Deutsche Bergwerkszeitung" berichtet. In erster Reihe gelang es, trotz der Unzulänglichkeit der heimischen Eisenerzförderung, 1916 mit 942 000 t, um reichlich die Hälfte mehr Erz zu gewinnen als 1913; dieses Ergebnis kam jedoch in der Roheisenerzeugung nicht zum Ausdruck, die im Jahre 1916 mit 467 000 t nur um 8000 t höher war als 1913. Dagegen waren die Bemühungen um Mehrgewinnung von Stahl von gutem Erfolge begleitet. Dessen Herstellung stieg von 846 000 t im Jahre 1913 auf 1·27 Mill. t in 1916, mithin um etwa ein Drittel und war damit dreimal so groß als die eigene Roheisenerzeugung. Dieses Ergebnis ließ sich nur unter Verwendung eines großen Teiles des mehrgeförderten Erzes zur Stahlbereitung im Martinofen erreichen, bei gleichzeitiger Steigerung der Einfuhr des demselben Zwecke gewidmeten Alteisens, die 1916 343 000 t betrug. Damit wäre aber von einer annähernden Deckung des Kriegsbedarfes immer noch nicht die Rede gewesen, wenn nicht die Einfuhr in außerordentlichem Maße gesteigert worden wäre, die 1917 in Roheisen 315 934 t gegen 240 535 t in 1915 und in Stabeisen 420 442 t gegen nur 72 470 t in 1915 betrug. Die Mehreinfuhr der letzteren Sorte, welche vornehmlich der Geschoßfabrikation dient, springt in die Augen. Bemerkenswert ist, daß England mit seiner eigenen Kriegsindustrie so beschäftigt war, daß es bereits 1916 noch nicht den dritten Teil der italienischen Gesamteiseneinfuhr decken konnte, während der Hauptlieferant immer mehr die Vereinigten Staaten wurden. *Lp.*

KRAMER & LÖBL, SCHLAG bei GABLONZ a. N. Fabrik elektrotechn. Artikel.

Reduktionsnippel 1/4" × 1/8", 3/8" × 1/8"

Nr. 0406.

Kabelschuhe gestanzt.

Nr. 280 (4 bis 50 mm²).

Ringnippel Zinkguß weiß oder vermessingt.

Nr. 0390 Zg.

Offerte freibleibend.

Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co.

K. k. priv. Metall- u. Eisenwaren-, Schrauben-, Nieten-, Draht- und Drahtstifte-Fabrik.

Gegr. im Jahre 1868. **Kalsdorf bei Graz.** Gegr. im Jahre 1868.

Adresse für Briefe: Aktiengesellschaft vorm. Adolf Finze & Co., Kalsdorf bei Graz. Telegramme: FINZEFABRIK GRAZ. Fernsprecher Graz Nr. 58, 2065 und interurban. Giro-Konto: bei der steiermärk. Eskompte-Bank Graz.

Abteilung I: Schrauben-, Nieten-, Muttern-, Drähte- und Drahtstifte-Erzeugung.
Abteilung II: Gesenkschmiederei und Walzwerk.
Abteilung III: Präzisionswerkzeuge, Spiralbohrer „Zenith" und „Dachs", Gewindebohrer, Fräser usw. Patent-Univ.-Schnellbohrfutter „Gerberding".
Abteilung IV: Geschoßerzeugung.

Spezialität: Patent-Stein-, Fundament- u. Schalttafelschrauben. Patent-Muttern-Sicherung „GAF".

Futurit G 102, G 120 u. A 30

Übertreffen

Hartgummi und deren Ersatzstoffe

an Hitzebeständigkeit, Festigkeit u. Isolation.

Es werden **die kompliziertesten Formstücke** mit und ohne Metalleinlagen erzeugt.

Anfragen in Begleitung von Zeichnungen oder Mustern erbeten an:

KABELFABRIK UND DRAHTINDUSTRIE A.-G., WIEN III/2.

Digitized by Google

Wien, 10. November **ANZEIGER** 1918 — Heft 45

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Elektrizitätsversorgung im rheinisch-westfälischen Industriebezirk. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Elektrizitätsversorgung im rheinisch-westfälischen Industriebezirk.

Einem vom Direktor Rosellen gelegentlich der Versammlung der rheinischen Gas-, Wasser- und Elektrizitätsfachmänner erstatteten Bericht über die Entwicklung der westfälischen Verbandselektrizitätswerke ist aus der „Deutschen Bergwerkszeitung" nachstehendes zu entnehmen: Das Verbandselektrizitätswerk Dortmund hat bei einer Gesamtleistung von 47 350 kW bereits im Jahre 1914/15 113 Gemeinden mit einem Areal von 692 km² und 600 000 Einwohner und einer Stromabgabe von 75 Mill. kWh versorgt. Die Unternehmung ist eine auf gemischtwirtschaftlicher Grundlage errichtete Aktiengesellschaft, deren Zentrale Drehstrom von 10 000 V liefert und mit 380 bezw. 220 V verteilt. Ein weiteres Großwerk, das kommunale Elektrizitätswerk Westfalen, Bochum versorgte 1914/15 85 Gemeinden mit 1267 km² Grundfläche und 937 000 Einwohnern bei einer Stromlieferung von 70 Mill. kWh. Ein gleichfalls kommunales Überlandwerk, das Elektrizitätswerk „Mark", Hagen mit einer Gesamtleistung von 65 000 kW in zwei Werken gab an 225 Gemeinden mit 1286 km² und 696 000 Einwohnern Strom von 67·5 Mill. kWh ab.

Das Rheinisch-westfälische Elektrizitätswerk, Essen*), die bedeutendste Elektrizitätsunternehmung Deutschlands, erzeugt elektrische Energie für ein Gebiet von 6100 km² in sechs Zentralen mit 203 000 kW Gesamtleistung und 293 Mill. kWh Stromabgabe. Von den linksrheinischen Großwerken ist ferner noch zu nennen: das Niederrheinische Licht- und Kraftwerk Rheydt, 13 600 kW, eine gemischtwirtschaftliche Unternehmung, an welche 93 Gemeinden mit 135 000 Einwohnern angeschlossen sind, ferner die ebenfalls gemischtwirtschaftliche Rheinische Elektrizitäts- und Kleinbahn A.-G. Kohlscheid mit 53 Ortschaften, das Kraftwerk Fortuna, Bergheim für 65 Gemeinden mit 720 000 Einwohnern und 32 000 kW Leistung bei 15 000 bezw. 25 000 V, dann die Elektrizitätswerke Bergheim, Weisweiler und endlich die Urfttalsperre von 2000 kW Leistung, das einzige Wasserkraftwerk, während die anderen Werke ausschließlich Dampfturbinen als Antriebsmaschinen aufweisen.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Heft 8, Anz. Seite 31.

Ein Bild der großartigen Entwicklung der genannten Überlandwerke erhält man aus dem Vergleich der Stromabgabe der Jahre 1910 und 1916 für das R. W. E. Essen bezw. A.-G. Mark-Hagen:

	R. W. E. Essen	A.-G. Mark-Hagen
1910 . .	118 Mill. kWh	24 Mill. kWh
1914 . .	293 „ „	67 „ „
1916 . .	566 „ „	84 „ „

Die gesamte Stromabgabe dieser beiden Unternehmungen ist demnach innerhalb von 6 Jahren auf den nahezu fünffachen Wert angewachsen, wobei die Zunahme während Kriegsdauer trotz Mangel an Rohstoffen beim Elektrizitätswerk Essen nahezu 100% erreicht hat. *R.*

Rundschau.

Die Wirtschaftlichkeit der Abdampfverwertung in Abdampfturbinen. Die Hope Natural Gas Company besitzt in Hastings (West Virginia) eine Gasübertragungsanlage, von der West-Virginien, West-Pennsylvanien und Teile von Ohio versorgt werden. Das Gas wird mittels großer Kompressoren verteilt, die von Dampf- und Gasmaschinen betrieben werden. Einer Beschreibung von T. E. Keating im „Electric Journal" vom Mai d. J. entnehmen wir folgende Daten. Die Dampfkraftanlage besteht aus 12 375 PS-Wasserrohrkesseln mit Gasfeuerung und 9 Kompressoreinheiten, deren jede von einer mit 70 U. p. min laufenden Verbundmaschine (686×1371×1524 mm) angetrieben wird. Alle Einheiten arbeiten mit Kondensation bei einem Vakuum von 50 bis 60 cm, das durch Wasserstrahlkondensatoren mit Naßluftpumpen aufrecht erhalten wird. Die Gaskraftanlage besteht aus vier einkurbeligen Gasmaschinen, von denen zwei direkt mit Kompressorzylindern gekuppelt sind, die mit 23 at Förderdruck bei 80 U. p. min arbeiten. Als es sich um die Vergrößerung der Anlage handelte, entschied man sich für die Verwertung des Abdampfes des Dampfkraftwerkes durch Einschaltung einer Niederdruckturbine, die mit dem Abdampf von 2 oder 3 Dampfeinheiten betrieben werden kann, mit 1500 U. p. min läuft und mittels einer Übersetzung ins Langsame zwei 3000 PS-Ingersoll-Randkompressoren betreibt. Die Versuche haben ergeben, daß bei der Förderung einer gewissen Gasmenge die aus den 2 Dampfmaschinen und der Dampfturbine bestehende Einheit um 27·5% weniger Brennstoff verbraucht, als wenn dieselbe Gasmenge nur von den beiden Dampfmaschinen allein — mit Kondensation — gefördert würde oder: mit der gleichen Brennstoffmenge kann die aus den 2 Dampfmaschinen und der Turbine bestehende Einheit eine um 38% größere Gasmenge fördern als eine aus den 2 Dampfmaschinen allein bestehende, mit Kondensation arbeitende Einheit. Die Dampfturbine gibt ihren Abdampf an einen Westinghouse-Leblanc-Kondensator ab.

Die Übertragung von der rotierenden Bewegung der Dampfturbinenwelle auf die hin und her gehende der Kompressoren erfolgt durch Schraubenradgetriebe, die in einem eigenen Gehäuse gelagert und eingeschlossen sind. Infolge der gewaltigen Dimensionen der Kompressoren ergaben sich große Gewichte der um 90° versetzten Kurbeln und der hin und her gehenden Massen, so daß es notwendig wurde, zwecks Vermeidung ungünstiger Rückwirkungen auf das Getriebe (übermäßige Zahndrücke usw.), dessen Gehäuse nachgiebig zu lagern, wodurch gleichzeitig auch den zeitweilig auftretenden Wärmedehnungen Rechnung getragen wird. Vor kurzem wurde mit der Umwandlung der Gasfeuerung in eine automatische Kohlenfeuerung begonnen, da sich der Betrieb ökonomischer erwies, wenn die gesamte geförderte Gasmenge dem Verkauf zugeführt wird.

Die Wolframbogenlampen „Pointolite", nach der Erfindung von E. A. Gimingham*) wird von der Edison Swan Electric Co. (Ltd). ausgeführt, und zwar in drei Größen zu 30, 100 und 500 Kerzen, letztere für Projektionslampen, wo sie wegen des ruhigen Lichtes und des konzentrierten Lichtpunktes die Kohlenbogenlampen und Nernstlampen zu ersetzen vermag. Auch in photographischen Ateliers, zum Lichtpausen und überall, wo eine besonders starke Lichtquelle notwendig ist, soll die Lampe Verwendung finden.

Unter Wasser arbeitende Elektromotorpumpen. Als ein wichtiges Schutzmittel gegen die Schäden der Unterseebootangriffe erachtet man in England, wie der Elektroingenieur der Admiralität C. H. Wordingham im „Journal of Commerce, Liverpool" mitteilt, transportable Elektropumpen, die in ein überschwemmtes Schiffsabteil eingebracht werden, um es leer zu pumpen. Der Elektromotor ist dabei keineswegs wasserdicht abgeschlossen, sondern er ist überall hin offen, so daß das Wasser in das Innere des Motors eindringen kann. Dies bringt vor allem den Vorteil mit sich, daß die Temperatur des Motors sich nicht merklich erhöht, wenn derselbe auch viele Stunden ununterbrochen arbeitet. Die Pumpe von 10 cm Kolbendurchmesser liefert 100 t Wasser pro h, gegen einen Druck von 22 m Wasser oder 160 t pro h ins Freie. Der Pumpensatz wiegt 600 kg und geht durch eine Bodenöffnung des Schiffes von 1·2 × 0·67 m durch. Als Stromquelle dient eine Drehstrommaschine, die von einem Petroleum- oder Benzinmotor angetrieben wird und auch den Strom für einige Glühlampen liefert. Der Maschinensatz ist transportabel. Dies hat den Vorteil, daß die Pumpe auch betriebsbereit ist, wenn der Maschinenraum des Schiffes bereits unter Wasser steht.

*) Vgl. E. u. M. 1916, Seite 170.

Elektromobile für die Zufuhr von Kohlen sind nach einer Mitteilung des „Electrician" in Boston in Dienst gestellt worden. Manche von den 35 Elektromobilen stehen schon seit Jahren in Betrieb, der im vergangenen strengen Winter, wo Pferdegespanne und Automobilwagen versagten, durch täglich 20 Stunden ohne Unterbrechung sich klaglos abwickelte. Die entladenen Batterien werden in der Garage des Elektrizitätswerkes gegen geladene ohne Zeitverlust ausgewechselt; gleichzeitig können sechs Wagen ihre Batterie wechseln. Dem Automobilwagen gegenüber hat der elektromobile Kohlenwagen den Vorteil der geringeren Abnutzung, also niedrigerer Unterhaltungskosten, einfacherer Bedienung, leichter Aufsicht, die Möglichkeit der Überlastung; dazu kommt noch die leichte Regelbarkeit der Fahrtgeschwindigkeit. Die Bedienung ist einfach und kann Ungeübten anvertraut werden, die Stromkosten sind im Gegensatz zum Benzinpreis und Futterpreis in den letzten Jahren nicht merklich gestiegen. So stellen sich die Betriebskosten um 40% niedriger als beim Automobil. Für den regelmäßigen Verkehr in engen Straßen einer verkehrsreichen Stadt, wie es das Beliefern mit Kohlen ist, erweist

Digitized by GOOGLE

sich der elektromobile Wagen in jeder Hinsicht als sehr geeignet.

Die höchstgelegenste Telephonanlage der Welt ist, wie im „Electrician" zu lesen, die in Sonata, Bolivien, die die Stadt Yani mit den Gruben der Inca-óro Mines Co. verbindet. Die gesamte Leitungslänge beträgt 17 km, der höchste Punkt liegt 4600 m hoch. Die Leitung liegt zum Teil im Eis und Schnee des Hochgebirges, zum Teil in einem tiefen Tal von tropischem Charakter.

Selen zum Entfärben von Glas. Versuche, die in Deutschland vorgenommen wurden, zeigen nach einer Notiz im „Electrician", daß sich Selen besser zur Entfärbung von Glas eignet als Mangan oder Nickeloxyd. Diese Wirkung des Selens wird der Bildung von feinen Teilchen zugeschrieben, die rot gefärbt sind und damit den grünen, von Eisenoxyd herrührenden Schimmer im Glas neutralisieren. Für das Entfärben von Bleigläsern soll sich aber Selen weniger gut eignen; derart behandeltes Glas erhält, wenn es längere Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt ist, eine bräunliche Färbung.

Die Erzeugung rauchloser Kohle aus einer stark rauchenden Kohle beschäftigte Ch. H. Smith in New York. Das angewandte Verfahren besteht nach einem Bericht in „Zeitschrift f. Dampfkessel und Maschinenbetrieb" aus zwei Destillationen: der Destillation der Rohkohle bei 450 bis 480°, wobei eine große Ausbeute an Gas und Teer und ein kohlenstoffreiches Produkt, sogenannte „Halbkarbokohle", anfällt und dann aus der Destillation der aus Halbkarbokohle unter Zusatz von Teer gepreßten Briketts bei etwa 1000°, wobei die rauchlose „Karbokohle" neben weiteren Mengen Teer und Gas sowie Ammoniumsulfat gewonnen wird. Die erste Destillation verläuft ununterbrochen in einer kontinuierlich gespeisten Retorte bei einer Stundenleistung von 1 t Rohkohle. Die Destillationszeit beträgt 1 bis 2 h. Die Destillation der Briketts beansprucht 4 bis 5 h und wird in einer geneigten Kammer ausgeführt. Die Ausbeute an Karbokohle beträgt 72%. Sie stellt einen dichten, staubfreien Brennstoff von gleichmäßiger Beschaffenheit dar, der ohne Schaden über weite Entfernungen gefördert werden kann. Seine Farbe erinnert an Koks, die Dichte aber mehr an Anthrazit. Während es bisher mit entgasten Brennstoffen (Koks) nicht möglich war, in Lokomotiv-, Schiffs- und Landdampfkesselfeuerungen die erforderlichen hohen Leistungen zu erzielen, hat sich die Karbokohle für diese Zwecke gut bewährt, da sie leicht entzündlich ist und einen weniger starken Zug erfordert. Die aus gewaschener Kohle in Irvington erzeugte Karbokohle enthielt 1 bis 3% Feuchtigkeit, 0·75 bis 3·5% flüchtige Bestandteile, 85 bis 90% fixen Kohlenstoff, 7 bis 10% Asche und 0·6 bis 1·5% Schwefel.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Horn. Die Gemeinde Horn wird zum Ausbau von Fernleitungen ein Darlehen von K 50 000 aufnehmen.

Kaplitz. Die Genossenschaft „Elektrizitätswerk und Mühle in Kaplitz" plant den Bau eines Elektrizitätswerkes an der Maltsch.

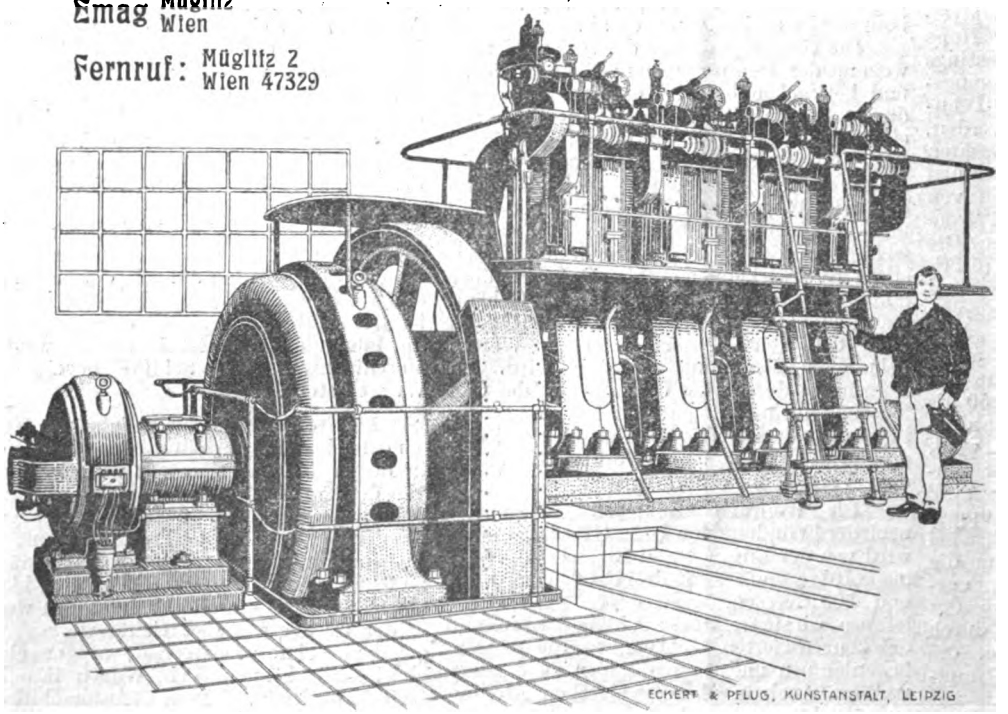
Raab. Der Pester Ungar. Kommerzialbank A.-G. wurde die Vorkonzession für den Bau einer elektrischen Straßenbahn erteilt.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Japan Export an Glühlampen. Vor dem Kriege mußte Japan jährlich für 30 000 Pfd. St. Glühlampen einführen. Die einheimischen Glühlampenfabriken machten aber in den letzten 3 bis 4 Jahren die allergrößten Anstrengungen, um sich von der Einfuhr unabhängig zu machen. So konnten, wie „Electrician" mitteilt, im Jahre 1916 bereits um 67 000 und 1917 sogar um 0·25 Mill. Pfd. St. Glühlampen ausgeführt werden.

Fusion elektrischer Firmen in Italien. Wie „Electrician" mitteilt, hat sich vor einigen Monaten eine Gesellschaft mit einem unterdessen auf 80 Mill. Lire erhöhten Betriebskapital gebildet, welche die Firmen

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Drahtanschrift: Emag Müglitz Wien
Fernruf: Müglitz 2 Wien 47329



Motoren, Dynamos, Licht- und Kraftanlagen.

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

Digitized by Google

Franco Tosi in Legnano, Officine Insubri (Langen & Wolff) und die Soc. Elettrotecnica Galileo Ferraris (Thomson-Houston) in sich aufgenommen hat.

Die Neugestaltung und die österreichische Montanindustrie. Wie die „N. Fr. Pr." an der Hand der amtlichen Montanstatistik ermittelt, entfallen nach dem Werte der Bergbau- bezw. Hüttenproduktion des Jahres 1913 auf Böhmen 47·2 bezw. 19·7% der Gesamterzeugung Österreichs. Von den Kohlenrevieren Böhmens liegt insbesondere das Falkenau-Elbogen-Karlsbader Braunkohlenbecken zur Gänze in deutschen Bezirken. Aber auch der Kohlenbergbau in den übrigen Teilen Böhmens wird vorwiegend von deutschen Gesellschaften und Gewerkschaften betrieben und in nicht geringem Ausmaße ist auch reichsdeutsches Kapital am böhmischen Kohlenbergbau interessiert. Von der Hüttenindustrie Böhmens hat in erster Linie die Eisenindustrie Bedeutung. In der böhmischen Hochofenindustrie besteht bereits heute eine gewisse Abhängigkeit von den ausländischen Erzen bezw. vom Bezug steierischer Eisenerze. Mähren hatte im Jahre 1913 an dem Werte der Bergbauproduktion nur einen Anteil von 7·2%, an der Hüttenproduktion dagegen von 23%. Für Schlesien stellen sich die analogen Ziffern auf 21·5 bezw. 8·3%. Bekanntlich liegt der überwiegende Teil des Ostrau-Karwiner Steinkohlenrevieres in deutschem Gebiete, und von den Gewerkschaften des Revieres ist die überwiegende Mehrzahl zu den deutschen Unternehmungen zu rechnen. Die Eisenindustrie Mährens und Schlesiens — die Werke der Witkowitzer Gewerkschaft und der Berg- und Hüttenwerksgesellschaft — beziehen ihr Eisenerz zur Gänze aus der Fremde, zum Teil aus Ungarn und Steiermark. Steiermark besitzt an dem Werk der österreichischen Hüttenproduktion den größten Anteil, nämlich 28%, während es am Bergbau mit 12·5% beanteilt ist. Hinsichtlich der Eisenversorgung Österreichs ist die Bedeutung Steiermarks weitaus überwiegend, da der steirische Erzberg auch schon bisher zwei Drittel der gesamten österreichischen Erzproduktion lieferte und über sehr große Erzvorräte verfügt. In Zinkerzen ist die Produktion Kärntens maßgebend, in Bleierzen steht gleichfalls die Förderung Kärntens weitaus an erster Stelle. Unsere Kupfererzgewinnung stammt fast ausschließlich aus dem Kronlande Salzburg, ebenso die Hüttenerzeugung an Kupfermetall. Die österreichische Manganerzgewinnung ist in der Hauptsache auf die Bergbaue in Jakobeny in der Bukowina beschränkt. Auch die Graphiterzeugung vollzieht sich zum überwiegenden Teil in deutschen Gebieten, und zwar Südböhmen, Steiermark (das allein ein Drittel der Gesamtproduktion liefert), Südmähren und Niederösterreich.

Kupferstatistik der Vereinigten Staaten. Nach der von der Geologischen Zentralstelle aufgestellten Statistik betrug die Erzeugung an geschmolzenen Produkten in 1000 t:

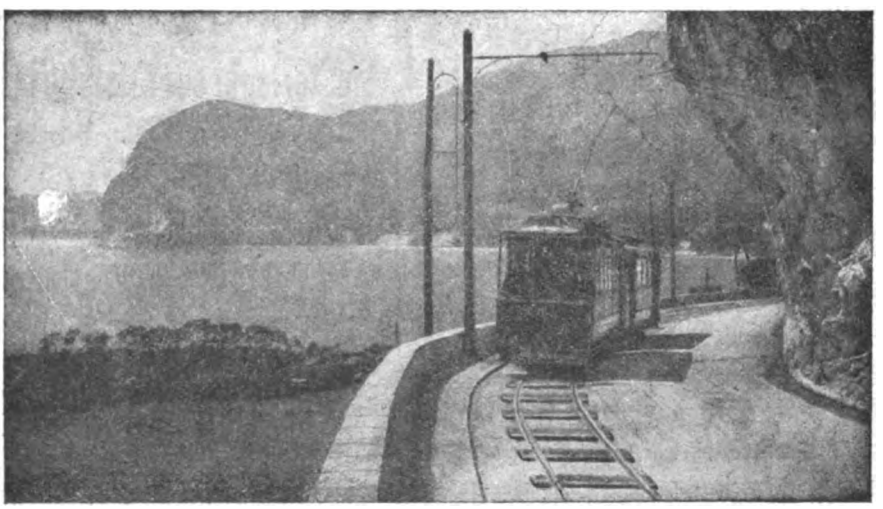
1914	1915	1916	1917
522·15	630·15	875·3	856·2

Der Preis betrug 1917 im Mittel 60 Cents pro kg. Im Jahre 1917 war also ein Rückgang von 2·18% gegen 1916 zu beobachten. Die größte Ausbeute ergaben Arizona, Montana, Michigan und Utah.

Der Import an Kupfer wird von Kuba, Mexiko, Peru, Chile und Kanada bestritten. Er betrug in 1000 t an

	1916	1917
Kupfererzen	56	53·1
Kupferkonzentraten	14·9	17·3
Regulus	7·8	9·5
Nichtraffiniertes Kupfer	122	161·6
Raffiniertes Kupfer	3·8	3
Abfällen	4·2	8·1
Sonstiges	0·35	0·2

·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·hiw·



·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
Berlin NO. 55
Prenzlauer Allee 36.
·hiw·

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.
MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.
ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr. 8

Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS
ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google

Schalttafelklemmen

(Original Druseidt-Klemmen)

Billigste Bezugsquelle

Paul Druseidt, Fabrik elektrotechn. Neuheiten, Remscheid.

Österreich. Schoop Metallisator

Ges. m. b. H.

WIEN, X. Laxenburgerstraße 32.

Fernsprecher 50571. Drahtanschrift: Metallisator

Vor Patentverletzung wird gewarnt.

verkauft und erteilt Lizenzen nach Patent 39133 für

Aluminium-Schweißpulver

Eigene Schweißwerkstätten.

Keine Lötung, sondern homogene Schweißung.

Erzeugung geschweißter Rohre für chem. Industrie.

erteilt Lizenzen nach Patenten 51204, 62170, 66175, 62284 für

Metallspritz-Verfahren

Ausführung aller einschlägigen Arbeiten.

(Verbleiungen, Verzinkungen, Aluminisierungen, Verkupferungen, Vermessingungen u. dergl.)

Spezial-Schweißpulver „SATAN“ für Gußeisen-Stahlschweißungen.

Spezial-Schweißpulver SATAN I für Messing- u. Kupfer-Schweißungen.

Elektromotore und Dynamomaschinen

Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt **Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.**

Heinrich Meth

WIEN II/23, Castellezgasse 1.

Fernsprecher **44368.** Telegramm-Adresse: **Methlicht, Wien.**

Österr. Postsparkassa Nr. 157.155.
Giro-Konto bei der Wiener Kommerzial-Bank.

Musterlager der Kristallusterfabriken von Reinhold Palme Söhne, Haida (Böhmen) und der Kunstglasmanufaktur von Franz Model & Co., Oberkreibitz (Böhmen).

Reichhaltiges Lager aller modernen Beleuchtungsartikel wie

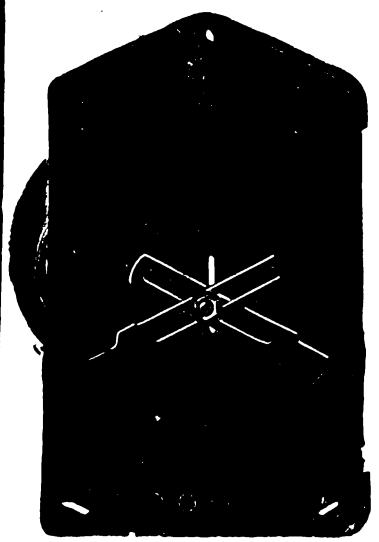
Stehlampen, Ampeln, bemalte Schalen, Dekorschirme, Tulpen, Schliffschalen, Perlfransen und Behänge.

Lieferung sämtlicher elektrotechnischer Bedarfsartikel.

Patentierte Gummon-Universal-Zählerplatten

passend zu sämtlichen Zählertypen.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!



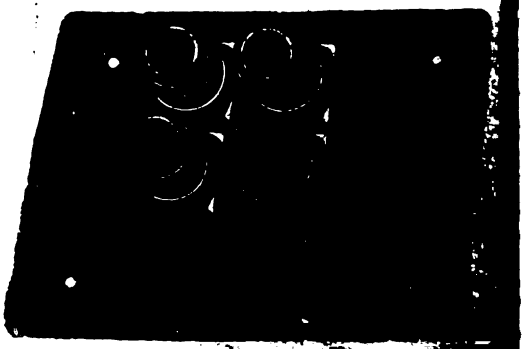
Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.

sind unsere

GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G. Wien

Wien, 17. November **ANZEIGER** 1918 — Heft 46

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Die einheitliche Elektrizitätsversorgung von Landgemeinden in den Vereinigten Staaten. — Wirtschaftliche Nachrichten: Anlagen. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Die einheitliche Elektrizitätsversorgung von Landgemeinden in den Vereinigten Staaten.

Durch Anlage eines gemeinsamen wirtschaftlichen Leitungsnetzes und Zentralisierung der Stromerzeugung in schwach bevölkerten Landgemeinden hat, wie „Electrical Review, Chicago" vom April d. J. mitteilt, die Northern Jowa Gas & Electric Co. eine größere Zahl kleiner, unwirtschaftlich arbeitender Elektrizitätswerke unter eine gemeinsame Verwaltung gebracht, wodurch der ungünstige Belastungsfaktor und Wirkungsgrad dieser Werke bedeutend verbessert wurde. Es handelte sich zunächst um sieben kleinere Unternehmungen mit 2750 kVA Gesamtleistung und Einzelnleistungen von 185 bis 1000 kVA, welche mit Ausnahme einer 500 kVA-Wasserkraftanlage mit Dampfturbinen betrieben werden. Vom 250 km langen Leitungsnetz hatten 75% eine Betriebsspannung von 22 000 bezw. 25% von 13 200 V; bei weiteren im Ausbau befindlichen 65 km soll die Übertragungsspannung auf 33 000 V erhöht werden. Die Zentralen sollen durch zeitweise Außerbetriebsetzung mit höherem Belastungsfaktor arbeiten, wodurch auch Zeit für allfällige Reparaturen gewonnen wird.

Der Anschlußwert stieg im letzten Betriebsjahre nach Zusammenkopplung der Leitungen um 20%; durch Verbindung zweier Dampfkraftwerke von 1800 kVA Gesamtleistung mit der genannten Wasserkraftanlage stieg der Belastungsfaktor des größeren Werkes auf 64%, wobei eine hohe Brennmaterialersparnis erzielt wurde. Die Verteilungstransformatoren sind im Freien an Masten angeordnet in reiner Δ-Schaltung, nur bei sehr kleinen Leistungen in Δ/Y-Schaltung. Etwa 20 Transformatoren von 20 bis 100 kVA Einzelnleistung, welche ein Landgebiet von 20 Ortschaften mit 8000 Einwohnern versorgen, sind in zwei Gruppen von je 875 kVA Leistung angeordnet und durch Elektrolytableiter geschützt. Die Leitung, welche an Holzmasten und Einfachisolatoren befestigt ist, wird durch ein Erdungsseil aus Stahldraht geschützt; an gleichen Masten ist auch eine Telephonleitung aus Eisendraht angeordnet. Das Leitungsnetz ist nach dem Ringsystem angelegt und in erster Linie nach den Erfordernissen der mechanischen Festigkeit bemessen; die Spannung soll einheitlich auf 33 000 V erhöht werden. Die Abb. 1 zeigt eine Masttransformatorstation mit Telephonhütte und den in einem Behälter eingeschlossenen Meßinstrumenten.

Einem Bericht der Wisconsin Electrical Association über Elektrizität in der Landwirtschaft, welcher eine Reihe interessanter Einzelnheiten auf Grund von Rundfragen an 26 Landgemeinden enthält, ist folgendes zu entnehmen: Die Zahl der Abnehmer stieg von 1916 bis 1917 um 63%; die mittlere Entfernung der Abnehmerstelle von der Zentrale beträgt rund 7·5 km. Die Kosten des Ausbaues des Primärnetzes werden in 16 unter 24 Fällen von den Abnehmern getragen, die Kosten der Transformatorenanlage ebenfalls in 66%, die Kosten der Sekundärleitung in 50% aller Fälle. Die Kosten der Zentralenerweiterung werden fast durchwegs vom Werk getragen. In 50% aller Fälle werden Einphasenmotoren bis zu 5 PS, darüber meist Dreiphasenmotoren bis zu 20 PS verwendet. Die Leitungsnetze werden außer für Landgemeinden auch für städtische und gewerbliche Abnehmer herangezogen. Ein großer Teil der ländlichen Abnehmer bezieht den Strom mit 110 bis 220 V vom Verteilungsnetz, für welches Spannungen von 2300, 6600, 13 200, 22 000 und maximal 26 500 V in Verwendung stehen.

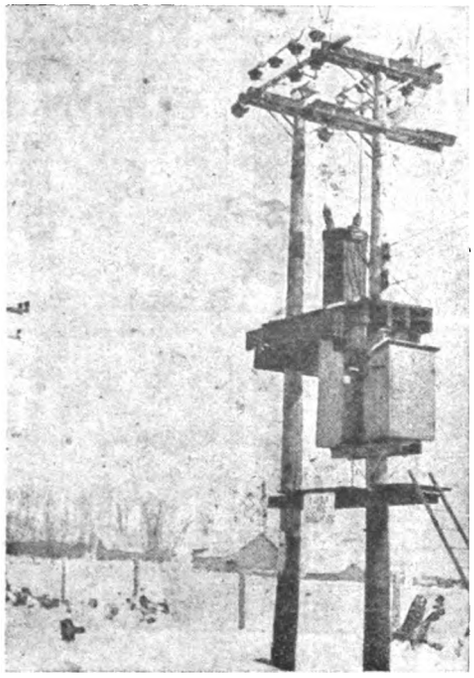


Abb. 1.

An 738 Abnehmern mit 871 kW Anschluß wurden rund 31 200 kWh abgegeben bei einer Transformatorenleistung von 786 kW; die Betriebseinnahmen betrugen 22 271 Doll., der Anschlußwert pro Abnehmer rund 2 kW (0·8 bis 8 kW), die mittleren Einnahmen für denselben rund 50 Doll.

Über die Verwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft in Idaho, berichtet C. O. Crane der gleichen Zeitschrift. Gegenwärtig sind etwa 75 000 Landwirte an die Elektrizitätswerke angeschlossen. Durch den Ersatz der menschlichen oder animalischen Kraft durch den Elektromotor konnte die zum Mahlen eines Bushel (36¼ l) Weizens erforderliche Zeit von 3 h 3 min auf 9 min 18 sek herabgesetzt werden, wobei sich die Kosten von 20 auf 10 Cents ermäßigten; beim Kornmahlen ging der Zeitaufwand von 4½ h auf 41 min zurück. Das Schneiden und Reinigen von 1 t Heu erforderte nach Angaben des Jahrbuches des Landwirtschaftlichen Amtes im Jahre 1899 noch 11 h, während gegenwärtig nur 1 h 39 min bei Verwendung des Elektromotors benötigt werden; die Kosten betrugen 6 gegen 83 Cts. im Jahre 1899. Zum Betriebe eines Rahmseparators ist ein Mann zu 15 Cts. pro h erforderlich, entsprechend 2 Doll. pro kWh; ein entsprechender ¹/ PS-Motor benötigt bei 12 Cts. pro kWh nur 1⅛ Cts. für die gleiche Arbeit. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist das elektrische Melken; die Kosten betragen bei 6 Cts. pro kWh und 20 Wh pro Kuh etwa 0·12 Cts. für einmaliges Melken oder 7 Cts. pro Monat; das Handmelken berechnet sich mit 90 Cts. pro Monat, wenn 10 Kühe pro h gemolken werden (Lohn 15 Cts. pro h). Zur Buttererzeugung werden die Kosten des elektrischen Betriebes mit 7·5 Cts. pro 100 Pfd. berechnet.

Die Verwendung von Kältemaschinen mit elektrischem Betrieb erfordert pro t Eis einen 3 PS-Motor oder 60 kWh pro Monat zu 6 Cts. pro kWh. Als weitere Anwendungsgebiete kommen in Betracht: Landsägewerke, kleine Werkstätten, Getreideaufzüge, Bewässerungsanlagen, deren Kosten sich geringer stellen als bei kalorischem Betrieb. Im Staate Idaho sind rund 420 km² durch Pumpenanlagen bewässert, welche 10 000 PS erfordern, mit rund 900 km elektrischen Leitungen, an welche 2070 Landwirte angeschlossen sind; von letzteren haben 1770 Lichtanschlüsse und 273 Kraftanschlüsse; außerdem werden 312 Anlagen für Bewässerung, 130 für Warmwasser- und Kochapparate, 80 für Waschmaschinen und 1220 Bügeleisenanschlüsse, sowie 1060 Anschlüsse für andere Apparate im Haushalte gezählt.

Eine vergleichende Zusammenstellung für 1916/17 ergibt endlich folgendes Bild:

	1916	1917	Zu- = (+) oder (—) Abnahme in %.
Zahl der Unternehmungen	40	37	— 7
Zahl der Abnehmer	419	736	+ 76
Zahl der landwirtsch. Abnehmer pro Untern.	21	30	+ 42
Höchstentfernung von der Zentrale in km	28	16	—
Anschlußwert in kW	331	876	+ 163
Verkaufte kW in Tausend	446	311	— 32
Gesamte Transformatorenleistung	364	786	+ 116
Betriebseinnahmen in Doll.	18 609	22 271	+ 19
Anschlußwert pro Abnehmer in kW	20	1·4	— 30
kWh pro Abnehmer	367	475	+ 29
Betriebseinnahmen pro Abnehmer in Doll.	39	33	— 15

Digitized by Google

Wirtschaftliche Nachrichten.

Anlagen.

Orlau und Michalkowitz. Dem Landesausschusse von Schlesien in Troppau wurde die Bewilligung zu technischen Vorarbeiten für eine schmalspurige mit elektrischer Kraft zu betreibende Lokalbahn von Orlau über Lazy nach Suchau und eine Linie von Michalkowitz nach Orlau erteilt.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Verkehr in Metallen.

Vom deutsch-österreichischen Staatsamte für Kriegs- und Übergangswirtschaft wird verlautbart: Für den Verkehr in Metallen bleiben bis auf weiteres die bestehenden Vorschriften in Geltung, daher insbesondere auch die Vorschriften der Verordnung vom 28. April 1916. Diese beziehen sich auf: Aluminium, Antimon, Blei, Ferrolegierungen samt den zugehörigen Legierungsmetallen (Chrom, Molybdän, Vanadium, Wolfram), ferner Kupfer, Kupferlegierungen, Nickel, Zinn, Zinnlegierungen und Zink, all dies in Form von Rohmetall, Halbzeug, Altmaterial, Abfällen und Rückständen, weiter auf Weißblech. Die Verarbeitung ist, abgesehen von den in der Verordnung angeführten bestimmten Ausnahmsfällen, nur auf Grund einer besonderen Bewilligung des Staatsamtes für Kriegs- und Übergangswirtschaft (Wien, I. Bez., Postgasse Nr. 8) oder auf Grund einer früher erteilten Bewilligung des Handelsministeriums gestattet. Für Militäraufträge dürfen diese Materialien insoweit verwendet werden, als die Aufträge nicht storniert wurden.

Metallbericht. Die einlaufenden wirtschaftlichen Nachrichten beschränken sich zumeist auf die Jahresabschlüsse geschäftlicher Unternehmungen, deren Erträgnisse zum überwiegenden Teile in den abnormalen Verhältnissen der Kriegswirtschaft wurzeln. Aber bereits in der unmittelbar vor uns liegenden Übergangswirtschaft wird sich immer mehr eine freie Marktbildung für die einzelnen Bedarfsartikel, speziell auch für Eisen und Stahl und die übrigen Metalle vollziehen.

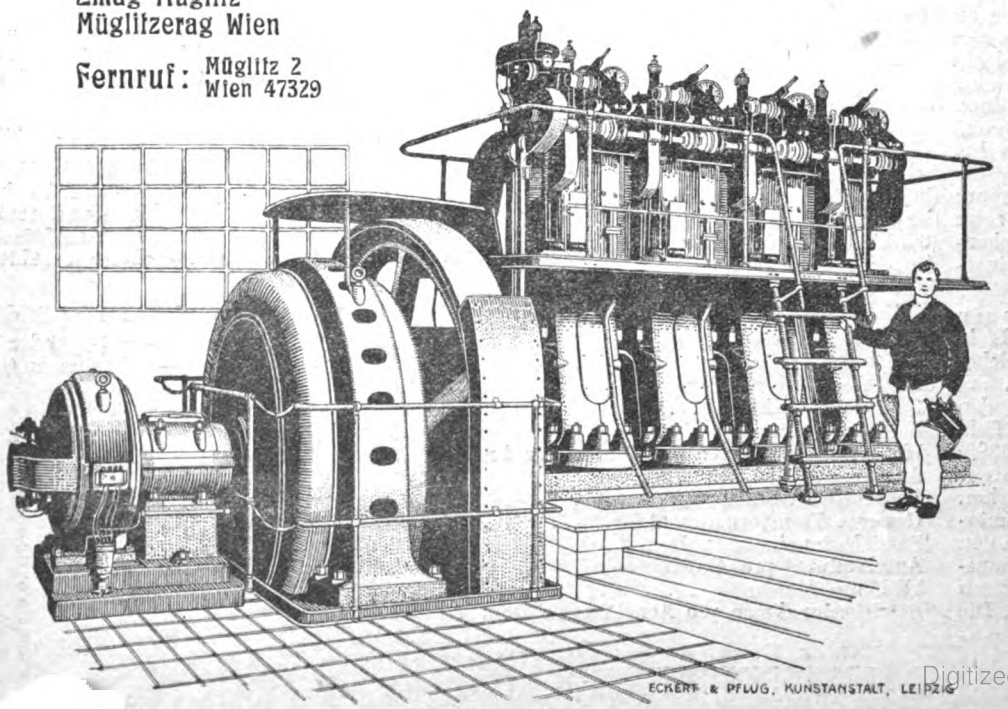
Eines derselben, das wertvolle Platin, das im verarbeiteten Zustande in der letzten Friedenszeit mit etwa Mk. 6100 pro kg bezahlt wurde, also den festen Goldpreis um erheblich mehr als das Doppelte übertraf, mußte unter dem Wandel der Kriegsereignisse die verschiedensten Phasen hinsichtlich der Beurteilung seiner zukünftigen Marktlage durchlaufen. Hauptproduzent dieses Metalls war Rußland mit 90·1% der gesamten Erzeugung im Jahre 1913, während auf Columbien in Amerika 8·5%, auf alle übrigen Länder der Welt 1·4% entfielen, so daß man in Europa überhaupt nur mit der russischen Erzeugung zu rechnen hatte.

Imprägnierte Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrische Bügeleisen
vernickelt, mit auswechselbarem Heizkörper, für 110, 150, 220 und 250 V, zirka 350 W, 3½ kg, samt Schnur und Stöpsel, fabriziert
Kéler és Mechner, Budapest, Podmaniczky-utca 63.
Telegrammadresse: Mechanik.
Alleinverkauf für Österreich:
Otto von Duval, Wien VI, Mariahilferstraße 105.

Elektromotore und Dynamomaschinen
Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt **Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.**

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren
Drahtanschrift: Emag Müglitz, Müglitzerag Wien
Fernruf: Müglitz 2, Wien 47329
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.



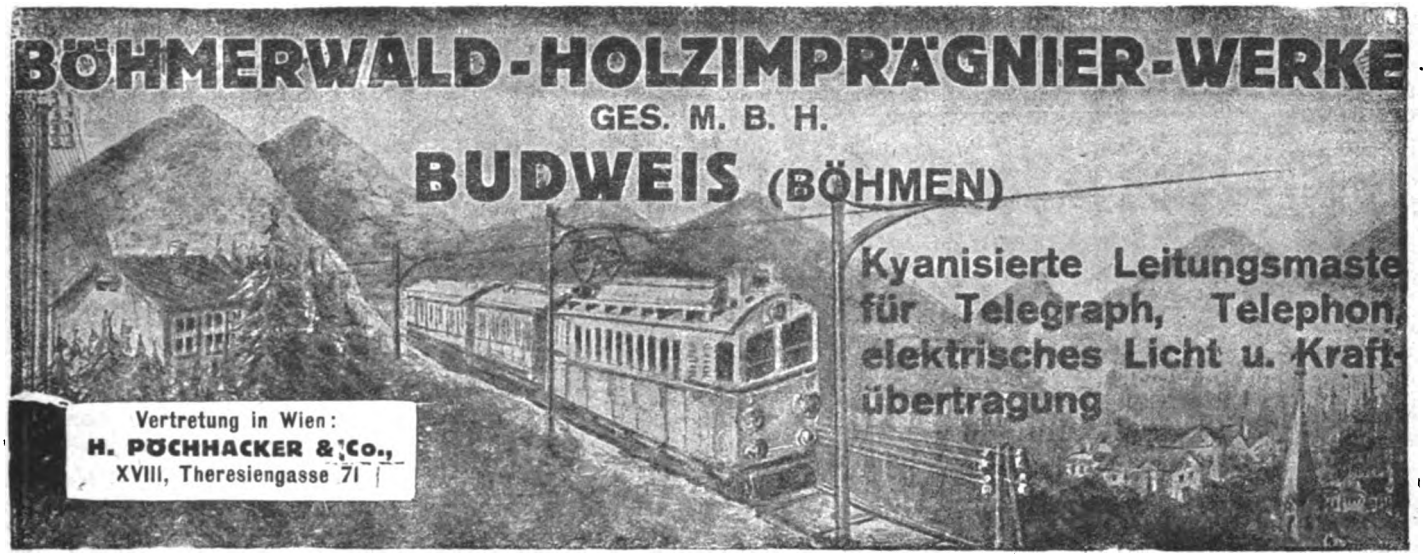
Motoren, Dynamos, Licht- und Kraftanlagen.

Digitized by Google

Diese aber wurde nahezu gänzlich von dem französischen Platinsyndikat in Paris kontrolliert, ein schon im Frieden sehr unerwünschter Zustand für die deutsche einschlägige Industrie, die in der Nähe von Frankfurt am Main angesiedelt ist und sich hauptsächlich mit der Herstellung von Gefäßen, Blechen, Drähten, Stiften usw. aus Platin beschäftigte. Als nun der Krieg ausbrach, erschien nicht nur die Gegenwart, sondern auch die Zukunft für diese Industrie sehr trübe, da ihr der Bezug von Rohmaterial sowohl von Rußland, als auch von Frankreich gesperrt war. Der deutsch-russische Friede veränderte dieses Bild vollkommen, um so mehr, als die Sowjet-Regierung schon auf Grund ihrer kommunistischen Prinzipien die Ausbeutung der Platinminen selbst in die Hand zu nehmen beschloß, und angesichts des gespannten Verhältnisses zwischen ihr und den Ententemächten das Pariser Syndikat vollkommen ausgeschaltet schien. Wie sich die Lage angesichts der neuesten Welterereignisse gestalten wird, ist nicht abzusehen. Bei Wiederkehr geordneter Verhältnisse in der Welt dürfte aber wieder genügend Rohmaterial zur weiteren Verarbeitung auf den Markt kommen. Russischen Quellen zufolge betrug die dortige Platinproduktion im Jahre 1916 nur noch 71%, während diejenige Columbiens auf 27·7% gestiegen war, die fast ganz in den enorm gesteigerten Bedarf der Vereinigten Staaten übergingen. *Lp.*

25jähriger Bestand der Firma Scheiber & Kwayßer, Wien.

In diesem Jahre vollendete die anfangs 1893 von den Ing. Emil Kwayßer und Ing. Scheiber gegründete Firma das 25. Jahr ihres Bestandes.



Schrot
aus Eisen, **in Kugelform.**
Firnau, Hamburg 36.

Wer liefert Akkumulatorengläser?
Zuschriften unter „K 2427" an die „E. u. M.". 2427

„Abzugsperre für selbsttätige Feuerwaffen mit verriegeltem Verschluß."
Käufer oder Lizenznehmer gesucht für das österr. Patent Nr. 61346 und gefl. Zuschriften erbeten durch das Patentanwaltsbureau V. Tischler, Wien VII/2. 2373

ERNST MODL
Metallwarenfabrik **GRASLITZ** i. Böhmen
Erzeugung von:

Ringnippel, Klemmnippel, Reduziernippel, Klemmen
usw. sowie Fassonteile aller Art nach Muster oder Zeichnuug.
Billigste Preise. Beste Ausführung. Rasche Lieferung.
Tüchtige Vertreter gesucht.

Verschiedene, gut erhaltene, komplette Jahrgänge der „Zeitschrift für Elektrotechnik" und der Zeitschrift „E. u. M." sind billig abzugeben. Zuschriften unter „Z. 2414" an die „E. u. M.". 2414

Eisenkabel
verzinkt, für elektr. Freileitung, 79·8 mm², 1750 m sofort lieferbar, **preiswert zu verkaufen.** 2465
Bürstenfabrik Groissböck, Salzburg.

Futurit G 102, G 120 u. A 30
übertreffen
Hartgummi und deren Ersatzstoffe
an Hitzebeständigkeit, Festigkeit u. Isolation.
Es werden **die komplziertesten Formstücke** mit und ohne Metalleinlagen erzeugt.
Anfragen in Begleitung von Zeichnungen oder Mustern erbeten an:
KABELFABRIK UND DRAHTINDUSTRIE A.-G. WIEN III/5.

Digitized by Google

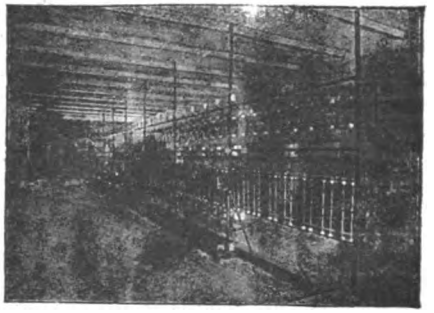
Nr. 6 MITTEILUNGEN 1918
DES REICHSVEREINES ELEKTROTECHNISCHER HANDELSFIRMEN

Rechenschaftsbericht.

Der soeben erschienene Tätigkeitsbericht für das erste Vereinsjahr gibt Aufschluß über die bisher geleisteten Arbeiten des Vereines. Als eine der ersten Aufgaben ist die Denkschrift an die Preisprüfungskommission zu erwähnen, über welche allerdings die Kommission bis heute noch keine definitive Entscheidung getroffen hat. Weitere Angelegenheiten waren die Aufstellung von gemeinsamen Lieferungsbedingungen und die einheitliche Festsetzung der Arbeitszeit. Einer Aktion, betreffend gemeinsame Beschaffung von Lebensmittel für die Angestellten, stellten sich unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Der Frage einer Verbesserung des kaufmännischen Auskunftsdienstes wurde nähergetreten. An der neugegründeten Export-Gesellschaft die „Elektro-Union Ges. m. b. H." sind 14 Mitglieder des Reichsvereines mit Einlagen von zusammen K 490000 beteiligt. Wegen Aufhebung des Ausfuhrverbotes von Isolierrohren aus Deutschland wurden Schritte unternommen, die aber bisher kein Ergebnis zeitigten. Ferner hat sich der Vorstand noch mit verschiedenen anderen Fragen, wie der Stellungnahme zur Demobilisierung usw. beschäftigt, Fragen, die teilweise noch nicht völlig gereift sind oder durch die inzwischen eingetretenen Ereignisse hinfällig wurden.

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen
gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

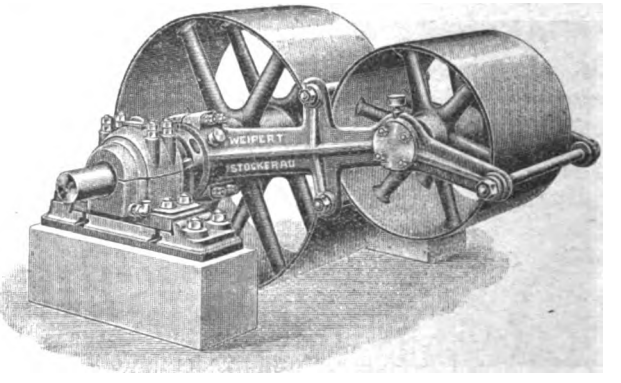
Herr Direktor!

Wo kaufen Sie elektr. Bedarfsartikel für Stark- und Schwachstrom, Beleuchtungskörper, Drähte, Schnüre, Bügeleisen, Kochtöpfe und Heizapparate??

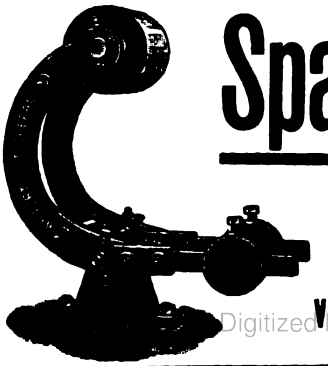
Wir kaufen

sämtliches elektrot. Installationsmaterial schon seit **18 Jahren** bei der Firma **JULIUS BOSCHAN, Elektrohaus, Prag, Niklasstraße Nr. 34,** welche Ihnen über Verlangen ihren reich illustrierten Hauptkatalog senden wird.
Fernsprecher Nr. 1116.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.



J. WEIPERT & SÖHNE
STOCKERAU
Fernsprecher 9.



Spannrollen

ausgeführt
für Kraftübertragungen
von 2 PS bis 700 PS

Digitized by Google

Wien, 24. November **ANZEIGER** 1918 — Heft 47

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Elektrizitätsversorgung in Belgien und in dem besetzten Gebiet von Frankreich. — Rundschau. — Neue Bücher. — Wirtschaftliche Nachrichten: Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Elektrizitätsversorgung in Belgien und in dem besetzten Gebiet von Frankreich.

Da beim Wiederaufbau der durch die Kriegshandlungen in Mitleidenschaft gezogenen Landstriche Frankreichs die elektrische Energieversorgung eine wichtige Rolle spielen wird, hat sich aus den Leitern der dort gelegenen Elektrizitätswerke eine Vereinigung gebildet, die schon seit einigen Monaten Pläne für die Wiedererrichtung der Werke fertig gestellt hat. Die Maschinenleistung aller in Betracht kommenden Werke beträgt ungefähr 300 000 kW. Um die Anlagen rasch in den stromliefernden Stand zu versetzen und an Anlagekosten zu sparen, plant man, sie einheitlich auszugestalten. Eine Normalanlage umfaßt einen 5000 kW-Turbogenerator für 10 500 V, 50 Per/s, samt den zugehörigen Kesselhauseinrichtungen, Verteilungsschalttafeln, Transformatoren usw. Solcher Anlagen sind demnach 20 bereitzustellen. Sie werden vorerst provisorisch untergebracht, einige Einheitssätze sollen bestehende Überlandzentralen unterstützen und in dem Maße, als das Land geräumt wird, an freiwerdende Stellen gebracht und dort installiert werden. Beim Aufbau des Verteilungsnetzes wird man sich an die früher bestandenen Linien nicht halten, sondern neue Transmissionsleitungen zur Verteilung der Energie für öffentliche Zwecke anlegen.

Auch in Belgien denkt man daran, die Elektrizitätsversorgung in großem Stil durchzuführen. Vor dem Krieg bestanden eine beträchtliche Anzahl von kleineren Werken von 2000 bis 3000 kW, einige davon mit höchstens 6000 kW, die beim Kohlenpreis von Fr. 15 pro t die kWh mit 10 bis 50 cent. abgaben. Diese Werke waren vielfach miteinander gekuppelt. Bei einer Elektrizitätsversorgung im großen, deren Grundzüge J. Carlier im „Genie civil" wiedergibt, erhofft man die Strompreise auf weniger als die Hälfte herabzusetzen, so daß sie sich zwischen 2 bis 2·5 cent. für den Großbedarf und mit 9 bis 10 cent. für den privaten Abnehmer bewegen werden. Für das ausgedehnte, engmaschige Bahnnetz des Landes werden zur Elektrifizierung 250 000 kW erforderlich sein, die belgische Industrie erfordert 500 000 kW. Im Bahnbetrieb können durch die Elektrifizierung 1 Mill. t und in den Fabriken 4 Mill. t Kohle erspart werden. Das macht eine jährliche Ersparnis von 83 Mill. Fr. aus.

Wie „Electrician" aus dem vorgenannten Projekt mitzuteilen weiß, besteht die Absicht, sieben Großkraftwerke von 150 000 bis 250 000 kW, zusammen rund 1·2 Mill. kW, zu errichten, jedes für 60 000 bis 100 000 V, und zwar in den wichtigsten Zentren des Landes, so in Belgisch-Limburg, Lüttich, Charleroi, Mons, Ostende, Gent und Antwerpen. Die Anlagen sollen von einer gemischtwirtschaftlichen Unternehmung ausgeführt und betrieben werden.

Rundschau.

Elektrizitätsversorgung in Südafrika. Aus den im Handelsbericht der Vereinigten Staaten enthaltenen statistischen Angaben über die Ausbreitung der elektrischen Beleuchtung und Kraftversorgung in Südafrika entnimmt der „Electrician" die nachfolgenden Zahlen, die von einem rapiden Anwachsen des Elektrizitätsverbrauches Zeugnis geben.

Die städtischen und privaten Elektrizitätswerke der südafrikanischen Republik, ausgenommen die Werke in den Rand mines, haben im Jahre 1916 836·5 Mill. kWh, davon 784·8 Mill. kWh Wechselstromenergie abgegeben. 1·16 Mill. kWh wurden für den Betrieb der Straßenbahnen in Gleichstrom umgeformt. In den Bergwerken und Fabriken der Republik stehen in Betrieb:

782	Gleichstrommaschinen für.	65 039 kW
240	Wechselstrommaschinen für	255 697 kW
4367	Gleichstrommotoren für ..	85 347 PS
7377	Wechselstrommotren für .	462 848 „

Überlandzentrale im galizischen Kohlengebiet. Die Westgalizische Überlandzentralen A.-G. hat, wie Ing. K. Straszewski in einem Vortrag im Ingenieur- und Architekten-Verein in Wien ausführt, in Siersze ein Elektizitätswerk zur Versorgung der industriellen Umgebung errichtet, das die im Arthurschacht der Galizischen Montanwerke A.-G. angelieferte Staubkohle ausnutzen soll. Im Kesselhaus sind drei Garbe-Kessel mit je 350 m² HF mit Plutostokern, aufgestellt. Das Grubenwasser des Schachtes wird nach entsprechender Filtrierung und Reinigung als Kesselspeise- und Kühlwasser verwendet. Zwei Turbogeneratoren der Ersten Brünner Maschinenfabrik und der Österreichischen Brown-Boveri A.-G. für je 2000 kW, 5000 V, speisen ein Netz von 18 km mit 500 V und von 16 km mit 25 000 V. An das Hochspannungsnetz sind zwei Transformatorstationen zu je 8000 kVA und 25 000/5000 V und an das Mittelspannungsnetz 16 Transformatorstationen für zusammen 3750 kW und 5000/500 V angeschlossen. Für den Kleinkonsum sind vier Ortsnetze, zwei davon mit Eisenleitungen, errichtet worden.

Ausnutzung der Wasserkräfte in Spanien. Nach der „Schweiz. Exportzeitung" wurden während des Jahres 1917 in Spanien Wasserkraftanlagen von zirka 500 000 PS Leistung errichtet. Sie ersetzen einen Kohlenverbrauch von 2 Mill. t, was dem Wert nach bei den jetzigen Kohlenpreisen einer Ersparnis von 405 Mill. Pesetas gleichkommt. In Asturien und Valencia sind Anlagen von 15 000 bezw. 12 000 PS im Bau; die Elektra di Viesgo in Asturien wird nach Ausbau 18 000 PS abgeben können und Dos Aguas in Valencia soll eine Höchstleistung von 60 000 PS erreichen.

Auch der Bau von elektrischen Bahnen, namentlich in den Provinzen Barcelona, Granada und Pontevedra macht große Fortschritte; die Elektrifizierung der Bahn über den Pajarespaß, welcher die asturischen Kohlenfelder mit Zentralspanien verbindet, ist geplant, ebenso eine direkte Bahnverbindung zwischen Madrid und Valencia. *R.*

Transportable Glühlampen. Unter Hinweis auf die zahlreichen Unfälle, die mit transportablen Glühlampen zu verzeichnen sind, schlägt Ing. W. Fuhrmann im „Elektrot. Anz." vor, die Lampen mit so niedriger Spannung zu betreiben, daß eine Gefahr bei Berührung stromführender Teile überhaupt ausgeschlossen ist. Bei Wechselstrom ist dies durch Zwischenschaltung von Transformatoren, die die Gebrauchsspannung von 110 oder 220 V auf die Lampenspannung von 15 V herabsetzen leicht möglich. Die Transformatoren werden sehr klein, doch müssen sie getrennte, womöglich auf verschiedenen Schenkeln des Eisenkörpers sitzende Primär- und Sekundärspulen aufweisen. Transformatoren in Sparschaltung sind natürlich nicht zulässig, weil bei Erdschluß einer Klemme der Transformatorwicklung, die andere mit der Lampe verbundene Klemme noch immer die volle Netzspannung erhalten kann. Die Verluste im Transformator sind sehr klein, insbesonders wenn die Einrichtung so getroffen wird, daß erst beim Einschalten der Lampe die Primärwicklung angeschaltet wird. Mehrere nebeneinander liegende Lampen können an einen einzigen Transformator angeschlossen sein. Steht nur Gleichstrom zur Verfügung, so ist der Einbau eines Unterbrechers zur Erzeugung intermittierenden Stromes oder bei einer größeren Anlage eines Umformers erforderlich. Bei Dreileiteranlagen mit Akkumulatorbatterien legt man die Lampen zwischen Mittelleiter und einige anschließende Zellen.

Nebst der erhöhten Sicherheit ergibt die empfohlene Anordnung noch besondere Vorteile, vor allem dadurch, daß die Isolation des Netzes durch die minderwertige der Handlampe nicht verschlechtert wird und dann, daß man Lampen verwenden kann, die den starken Erschütterungen transportabler Apparate gewachsen sind, ohne an Lebensdauer einzubüßen.

Eine neue magnetische Bremse für Krane und Hebezeuge wird von der Westinghouse Ges. angegeben. Die Bremse zeichnet sich durch die Schnelligkeit ihrer Wirkung aus. Das Lösen beim Erregen des Bremsmagneten und das Einstellen der Bremse beim Ausschalten des Stromes erfolgt plötzlich. Diese günstigen Wirkungen werden der besonderen Konstruktion des Magneten zugeschrieben,

der bei einem sehr geringen Hub von 6 bis 25 mm eine sehr bedeutende Zugkraft ausübt. Dabei enthält der Magnet im Innern der Wicklung keine beweglichen Teile. Die Bremse wird für Gleichstrom und Wechselstrom ausgeführt. Bei Erregung des Magneten zieht

der Anker einen Hebel an gegen den Druck einer Kompressionsfeder und die Bremsschuhe legen sich an das Bremsrad an. Während der Erregung des Magneten dreht sich die Bremsscheibe frei um. Beim Abstellen des Stromes drücken die Federn, die jetzt nicht mehr durch den Magnetanker gesperrt sind, die Bremsschuhe fest an die Scheibe, so daß dieselbe allmählich sanft zur Ruhe kommt. Die Einstellung des Bremsdruckes erfolgt durch einfache Mittel. Die der „El. Review“, Chicago, entnommene Abbildung zeigt die Einrichtung diesr Magnetbremse.

Über die Anwendung elektrischer Energie in der amerikanischen Industrie macht L. W. Schmidt in „Industrial Management“ die in der untenstehenden Tabelle zusammengestellten Angaben, aus denen zu ersehen ist, in welchem Ausmaß die elektrische Energie in der Industrie der Ver-einigten Staaten in Anwendung steht.

Die Textilindustrie deckt also ihren Energiebedarf nur zu einem Drittel, die metallurgische nur zur Hälfte durch elektrische Energie; ausgedehntere Verwendung findet die Elektrizität bei der Landwirtschaft, die zwei Drittel des Energiebedarfes auf elektrischem Wege deckt.

	Energiebedarf PS	Verbrauchte elektrische Energie in PS	Davon aus einem Netz entnommene PS
Landwirtschaft	121 428	83 117	30 764
Schuhfabrikation	112 929	61 657	37 389
Zement und Kalk	490 402	336 516	164 369
Chemische Produkte	282 385	172 510	134 481
Baumwollindustrie	1 585 953	512 903	252 864
Elektrotechnische Industrie	„	262 119	74 476
Gießereien und Maschinenfabriken	„	869 849	444 328
Stahlwerke	2 706 553	1 207 715	182 204
Gummiindustrie	131 927	93 998	25 664
Schiffswerften	115 333	66 275	30 085
Färbereien	23 290	2 750	745
Konservenfabriken	120 000	28 438	18 726

Neue Bücher.

2438 **Sieblist O.**, „Das Telegraphen- und Fernsprechwesen.“ Bd. 183: Aus Natur und Geisteswelt. Zweite Auflage. Leipzig und Berlin 1918, Verlag B. G. Teubner (Preis Mk. 1·50).

2439 **Hock, Ing. Arno.** „Technisches Praktikum.“ Hilfs- und Lehrbuch zur Einführung in den technischen Beruf. Dresden 1918, Verlag Otto Herm. Hörisch (Preis 2 Bände gebunden Mk. 13·50).

2440 **Fritsche, Ing. Rudolf A.**, „Entbehrliche Fremdwörter des Elektrotechnikers im dienstlichen und außerdienstlichen Verkehre.“ Wien 1918, Verlag der Waldheim-Eberle A.-G. (Preis K 6).

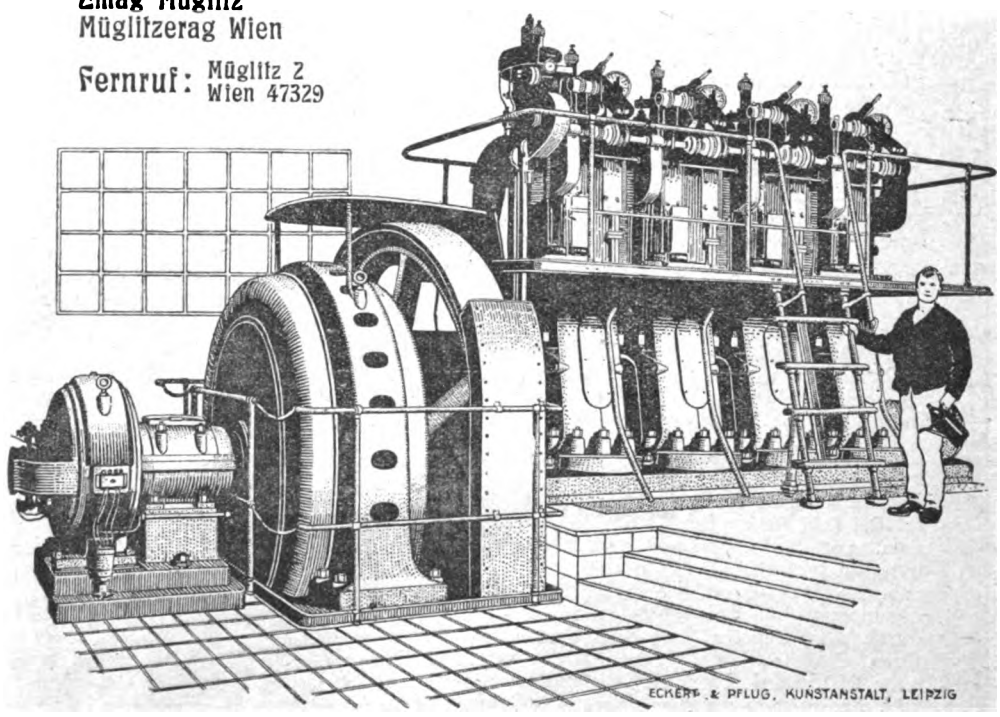
2441 **Escher Rudolf**, „Mechanische Technologie der Maschinenbaustoffe.“ Leipzig und Berlin 1918, Verlag von B. G. Teubner (Preis Mk. 3·60).

2442 **Abraham, Dr. M.**, „Theorie der Elektrizität.“ Erster Band: Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität mit einem einleitenden Abschnitte über das Rechnen mit Vektorgrößen in der Physik von Dr. A. Föppl. Fünfte umgearbeitete Auflage. Leipzig-Berlin 1918, Verlag von B. G. Teubner (Preis Mk. 13).

2443 **Saemann Louis**, „Merkbuch für das Elektro-Installationsgewerbe. Verhaltungsmaßregeln für jüngere Kräfte und besonders Lehrlinge.“ Berlin, Verlag „Die Elektrizität“.

2444 **Gramberg A.**, „Maschinenuntersuchungen und das Verhalten der Maschinen im Betriebe.“ Ein Handbuch für Betriebsleiter, ein Leitfaden zum Gebrauch bei Abnahmeversuchen und für den Unterricht an

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Drahtanschrift: Emag Müglitz
Müglitzerag Wien
Fernruf: Müglitz 2
Wien 47329



Motoren,
Dynamos,
Licht-
und
Kraft-
anlagen.

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

Maschinenlaboratorien. Berlin 1918. Verlag Julius Springer (Preis Mk. 25).

3445 **Beckmann C.,** „Telephon- und Signalanlagen." Ein praktischer Leitfaden für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-) Anlagen. Zweite verbesserte Auflage. Berlin 1918, Verlag Julius Springer (Preis Mk. 8·60).

3446 **Rieppel, Dr. A. v.,** „Deutsche Zukunftsaufgaben und die Mitwirkung der Ingenieure." Selbstverlag des Vereines deutscher Ingenieure. Berlin 1918, im Buchhandel zu beziehen durch Julius Springer (Preis Mk. 1·60).

3447 **Gaisberg, Freiherr S. v.,** „Herstellen und Instandhalten elektrischer Licht- und Kraftanlagen." Ein Leitfaden auch für Nichttechniker unter Mitwirkung von Gottlob Lux und Dr. C. Michalke. Achte, umgearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin 1918, Verlag von Julius Springer (Preis Mark 3·20).

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Krupp-Werke in der Ukraine. Nach einer Mitteilung des „Electrician" hat die Firma Friedrich Krupp eine Gesellschaft mit 20 Mill. Mark und einem Garantiefonds von 80 Mill. Mark zur wirtschaftlichen Exploitierung der Ukraine gegründet. Das Unternehmen sieht die Gründung von Stahlwerken, Maschinenfabriken und Elektrizitätswerken vor. Ein anderer von einem Bankkonsortium mit 5 Mill. Mark gegründeter Konzern beabsichtigt in der Ukraine Bahnen zu bauen; das verhältnismäßig niedrige Kapital läßt vermuten, daß es sich hiebei nur um Vorstudien handelt.

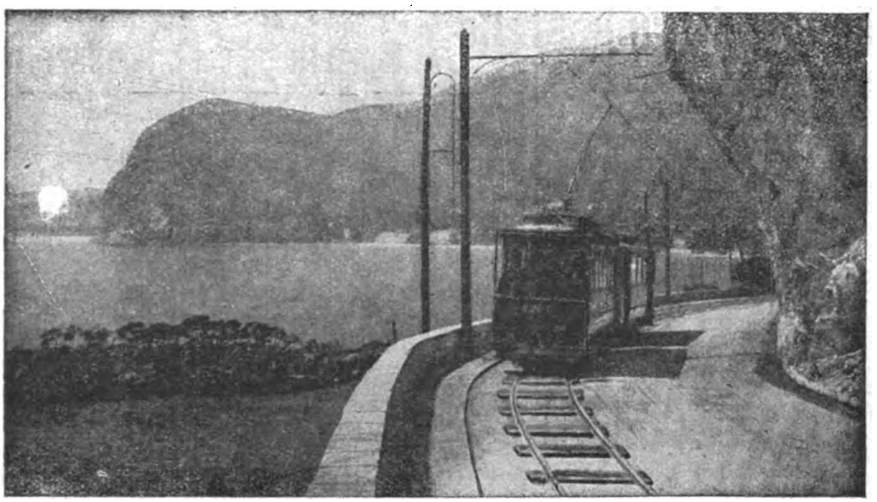
Norwegische Salzwerke. Unter diesem Titel ist nach Bericht der „Neuen Züricher Zeitung" in Norwegen die Gründung einer Aktiengesellschaft in Aussicht genommen worden, die die Erzeugung von Salz auf elektrischem Wege beabsichtigt. Die Pläne nähern sich jetzt ihrer Verwirklichung. Die Gesellschaft, an der sich auch der Staat beteiligt, plant die Errichtung von zwei Salzwerken, eines im südlichen und eines im nördlichen Norwegen, die nach ihrer Vollendung 300 000 t Salz jährlich herstellen können. Das eine der Salzwerke wird wahrscheinlich in der Nähe von Bergen bei dem Kraftwerk Herlandsfossen angelegt werden. Es finden gegenwärtig Verhandlungen mit den interessierten Gemeinden über Lieferung von 7300 kW im nächsten Sommer statt. In der Nähe befinden sich noch größere Wasserfälle, die dem Werk noch mehr Kraft zuführen werden. Das Söndenfjeldsche Salzwerk auf Osterøen soll ebenfalls für eine Erzeugung von 200 000 t Salz im Jahre ausgebaut werden. Der erste Teil der Anlage für 100 000 t Salz wird vermutlich im Herbst des Jahres 1919 fertig sein, so daß mit der Kraft von Herlandsfossen bereits 50 000 bis 70 000 t Salz im Jahre erzeugt werden können; der zweite Teil der Anlage soll auf Grund der Erfahrungen mit dem ersten Teil etwa ein Jahr später vollendet werden. Der Platz für die Nordenfjeldsche Anlage ist noch nicht bestimmt, wird aber vermutlich am Glomfjord liegen. Es finden Unterhandlungen mit der Regierung über Lieferung von Kraft aus dem Glomfjord statt. Diese Anlage, die für eine Jahreserzeugung von 100 000 t bestimmt ist, wird im Frühjahr oder Sommer 1919 begonnen und vermutlich innerhalb eines Jahres fertiggestellt sein. Die Anlagekosten für die Söndenfjeldsche Anlage für 100 000 t sind auf etwa 9 Mill. Kronen veranschlagt. Die Norwegischen Salzwerke werden imstande sein, Salz in jeder Beschaffenheit für die Fischerei und Industrien und ebenso Salz mit chemischen Eigenschaften, das jetzt vom Ausland eingeführt wird, herzustellen. Bei einer Erzeugung von etwa 100 000 t Salz würde man ungefähr folgende Mengen Nebenprodukte gewinnen: Etwa 2900 t Chlorkalium, etwa 4100 t Gips und etwa 242 t Brom, ferner eine erhebliche Menge Chlormagnesium, schwefelsaures Magnesium und Glaubersalz.

·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.



·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

Berlin NO. 55

Prenzlauer Allee 36.

·HIW·

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.

MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.

ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr. 8

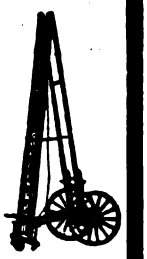
Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS

ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google

Spezial-
Leitern-
fabrik



Franz Flir, G. m. b. H.
WIEN
XIII. Linzerstraße 92.
Filiale: IV. Schleifmühlg. 1a

Der Kriegsmetalldienst

(des früheren k. k. Handelsministeriums) wird vom Deutsch-Österreichischen Staatsamte für K. u. Ü. W. weiter geführt. Im Zusammenhange damit übt die der Führung des Elektrotechnischen Vereines übertragene Maschinenvermittlungsstelle auch weiter ihre Tätigkeit aus.

Die Maschinenvermittlungsstelle

wurde ins Leben gerufen, um die Beschaffung von Maschinen zu ermöglichen, ohne hiefür neues Metall verwenden zu müssen. Sie vermittelt Antriebsmaschinen, elektrische Stromerzeuger, Elektromotoren und Transformatoren.

Betriebsfreie, verfügbare Maschinen sind daselbst anzumelden. Jede verkaufte oder in den eigenen Betrieb wieder übernommene Maschine ist bei der Maschinenvermittlungsstelle unverzüglich abzumelden.

Anfragen von Verwendern elektrischer und sonstiger Antriebsmaschinen sind zu richten an:

Elektrotechn. Verein, Maschinenvermittlungsstelle des Deutsch-Österr. Staatsamtes für K. u. Ü. W.
Wien VI, Theobaldgasse 12.

Heinrich Meth

WIEN II/23, Casteilezgasse 1.
Fernsprecher 44368. Telegramm-Adresse: Methlicht, Wien.
Österr. Postsparkassa Nr. 157.155.
Giro-Konto bei der Wiener Kommerzial-Bank.

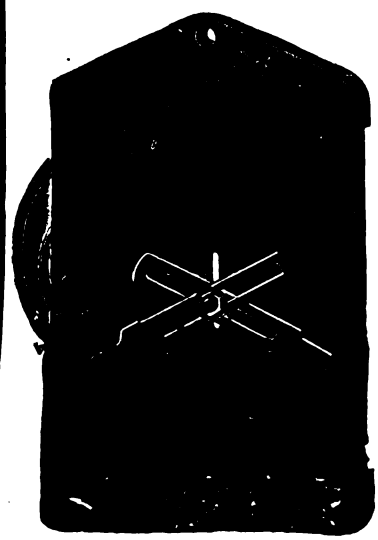
Musterlager der Kristallusterfabriken von Reinhold Palme Söhne, Haida (Böhmen) und der Kunstglasmanufaktur von Franz Model & Co., Oberkreibitz (Böhmen).

Reichhaltiges Lager aller modernen Beleuchtungsartikel
wie
Stehlampen, Ampeln, bemalte Schalen, Dekorschirme, Tulpen, Schliffschalen, Perlfransen und Behänge.

Lieferung sämtlicher elektrotechnischer Bedarfsartikel.

Patentierte Gummon-Univorsal-Zählerplatten

passend zu sämtlichen Zählertypen.

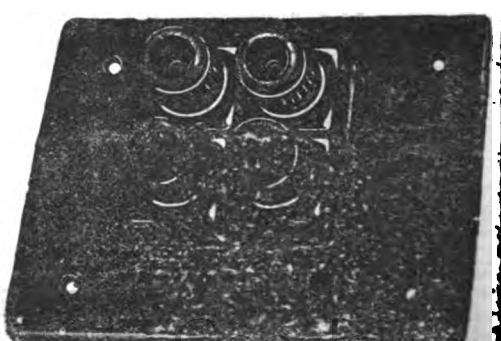


Öst. Patent N. 71.045.
Ung. Patent Nr. 63.937.

Beste Konstruktion! Einfache u. sichere Montage! Zu zehntausenden aufmontiert!

Bester Ersatz für Marmor, Holz usw.
sind unsere
GUMMON-VERTEILERTAFELN

Dieselben sind feuersicher, bedeutend fester als alle bisher verwendeten Platten, unhygroskopisch und besitzen dadurch eine weitaus bessere Isolierfähigkeit.



Verlangen Sie unsere ausführlichen Preisblätter.

Kabelfabrik u. Drahtindustrie A. G., Wien III/2

Digitized by Google

Wien, 1. Dezember **ANZEIGER** 1918 — Heft 48

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Regelung des Verbrauches von Gas aus Steinkohlengaswerken und von elektrischer Energie aus Elektrizitätswerken, die nicht ausschließlich mit Wasserkraft betrieben werden. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten.

Regelung des Verbrauches von Gas aus Steinkohlengaswerken und von elektrischer Energie aus Elektrizitätswerken, die nicht ausschließlich mit Wasserkraft betrieben werden.

Über Auftrag des Deutschösterreichischen Staatsamtes für öffentliche Arbeiten wurden von der niederösterreichischen Landesregierung mit Vollzugsanweisung vom 14. November 1918, Z. 829 K, auf Grund des § 29 der Ministerialverordnung vom 1. September 1917, RGBl. Nr. 370, nachstehende, die Statthaltereiverordnung vom 11. September 1917, LGBl. Nr. 164*) ergänzende Beschränkungen im Verbrauche von Gas aus Steinkohlengaswerken und von elektrischer Energie aus Elektrizitätswerken, die nicht ausschließlich mit Wasserkraft betrieben werden, angeordnet.

§ 1. Beschränkungen für Fabriks- und Gewerbebetriebe.

In allen Fabriks- und Gewerbebetrieben ist der Verbrauch von Gas aus Steinkohlengaswerken und elektrischer Energie aus Elektrizitätswerken, die nicht ausschließlich mit Wasserkraft betrieben werden, zu motorischen und sonstigen, nicht der Beleuchtung dienenden Zwecken nur in der Zeit von 7 Uhr früh bis 12 Uhr mittags gestattet.

Über Ansuchen kann von der Behörde bewilligt werden, die sich hieraus ergebende wöchentliche Arbeitsstundenzahl in der Einteilung von 7 Uhr früh bis 4 Uhr nachmittags auf nur einige Tage der Woche zusammenzuziehen.

§ 2. In allen Fabriks- und Gewerbebetrieben ist der Verbrauch von Gas und elektrischer Energie zu Beleuchtungszwecken in Arbeitsräumen und Werkstätten nur in der Zeit von 6½ Uhr früh bis 4 Uhr nachmittags gestattet.

§ 3. Ausnahmen für Approvisionierungs- und Dauerbetriebe.

Ausgenommen von vorstehenden Beschränkungen (§ 1 und § 2) sind alle Approvisionierungsbetriebe sowie wichtige Betriebe, welche ihrer Natur nach ohne Unterbrechung betrieben werden müssen. Über die Notwendigkeit und den Umfang solcher Ausnahmen entscheidet in zweifelhaften Fällen die Behörde.

§ 4. Beschränkung der Gasverwendung in privaten Haushaltungen und zur Raumbeheizung.

Die in § 6 der Statthaltereiverordnung vom 11. September 1917, LGBl. Nr. 164, für Haushaltungszwecke und zur Raumbeheizung als zulässig festgesetzten Gasverbrauchsmengen werden um 20% gekürzt.

§ 5. Beschränkungen im Verbrauche elektrischer Energie für private Haushaltungen.

In privaten Haushaltungen darf zur elektrischen Beleuchtung nur soviel Elektrizität bezogen werden, als dem Anschlusse von Beleuchtungskörpern mit höchstens 60 W Stromverbrauch für jeden, gemäß § 13 der Ministerialverordnung vom 1. September 1917, RGBl. Nr. 370, zur Beleuchtung zugelassenen Wohnraum unter Zugrundelegung einer Benutzungsdauer von 5 h für die Zeit vom 15. November 1918 bis 15. Dezember 1918, 5½ h für die Zeit vom 15. Dezember 1918 bis 15. Jänner 1919, 5 h für die Zeit vom 15. Jänner 1919 bis 15. Februar 1919 und 4½ h für die Zeit vom 15. Februar 1919 bis 15. März 1919 entspricht.

§ 6. Beleuchtung und Beheizung der Verkaufslokale, Comptoirs und Magazine.

Verkaufslokale, Comptoirs und Magazine in Handels-, Gewerbe- und Industriebetrieben dürfen nach 4 h nachmittags weder elektrisch beleuchtet noch mit Gas beleuchtet oder beheizt werden. Das Gleiche gilt bei Gewerben, deren Warenumsatz sich in für den Kundenverkehr offenen Geschäftsräumen vollzieht. Nur beim Lebensmittelhandel dürfen diese Räume bis 9 h abends beleuchtet werden.

In Geschäften, in denen Lebensmittel mit anderen Artikeln in gemeinsamer Betriebsstätte verkauft werden, dürfen nach 4 h nachmittags nur Lebensmittel zur Abgabe gelangen.

Diese Bestimmungen gelten auch für den Warenverkehr der Konsumvereine und anderer Erwerbs- und Wirtschaftsgenossenschaften.

§ 7. Einschränkung der Benutzung von Personenaufzügen.

Der Betrieb von elektrischen Personenaufzügen ist nur in öffentlichen und privaten Krankenanstalten gestattet.

§ 8. Abzüge in Fällen eines Mehrverbrauches.

Im Falle der Überschreitung des zulässigen Höchstverbrauches an Gas oder elektrischer Energie hat sofort eine dem unbefugten Mehrverbrauch entsprechende Einschränkung und im Wiederholungsfall auch die gänzliche Einstellung der Lieferung von Gas und Elektrizität einzutreten.

§ 9. Strafbestimmungen.

Übertretungen der in dieser Vollzugsanweisung getroffenen Anordnungen werden nach § 34 der Ministerialverordnung vom 1. September 1917, RGBl. Nr. 370, mit Geldstrafen bis zu K 20 000 oder mit Arrest bis zu sechs Monaten bestraft. Bei erschwerenden Umständen können diese Strafen auch nebeneinander verhängt werden.

Wird die Übertretung bei Ausübung eines Gewerbes begangen, kann neben der Geld- und Arreststrafe mit der Entziehung der Gewerbeberechtigung vorgegangen werden.

§ 10. Gegen die auf Grund dieser Vollzugsanweisung getroffenen Entscheidungen und Verfügungen, mit Ausnahme der Straferkenntnisse, ist eine Berufung unzulässig.

Die Überprüfung der Entscheidungen und Verfügungen der politischen Behörde erster Instanz bleibt der niederösterreichischen Landesregierung vorbehalten.

§ 11. Unter Behörde wird in dieser Vollzugsanweisung die politische Bezirksbehörde, in Wien aber die Polizeidirektion verstanden.

§ 12. Diese Vollzugsanweisung tritt am 18. November 1918 in Kraft.

*) Vgl. E. u. M. 1917, Anzeiger Seite 295.

Rundschau.

Die Elektrizitätsanlagen der Amerikaner in Frankreich. Über die ausgedehnten Anlagen, die die amerikanischen Truppen in Frankreich eingerichtet haben, schreibt der Kriegskorrespondent des „Electr. World": Bis Ende September d. J. sind im Hinterland Elektrizitätswerke von zusammen 60 000 kW errichtet worden, die ein Leitungsnetz von 220 km speisen. Die Spannung ist normal 30 000 V und sollte auf 65 000 V später erhöht werden. Die Amerikaner haben ferner ein Dutzend Wasserkräfte von 2000 bis 8000 kW in Frankreich durch improvisierte Anlagen zur unmittelbaren Stromlieferung herangezogen; erst nach dem Krieg sollen diese Anlagen durch Aufführung der nötigen Bauten für die nur provisorisch eingestellten Betriebsmaschinen stabilisiert werden. Schwierigkeiten bestehen in der Kupplung der Neuanlagen der Amerikaner mit den bestehenden französischen Werken. Letztere geben fast ausnahmslos Drehstrom von 50 Per/s mit 3000 und 5000 V Spannung ab. In Amerika sind aber 25 oder 60 Per/s üblich und die normale Verteilungsspannung beträgt 2300 V. Der Mangel an Porzellan hat die Herstellung von Isolatoren aus Glas gezeitigt, die jetzt allgemein in Frankreich bis zu 35 000 V benutzt werden und die höchste Anerkennung der Amerikaner finden. Nach Ansicht des Korrespondenten werden diese Elektrizitätsanlagen die Grundlage zur vollständigen Elektrifizierung der französischen Industrie bieten.

Ausnutzung der Wasserkräfte Spaniens*). Wie der „Electrician" mitzuteilen weiß, ist in Barcelona eine Gesellschaft gegründet worden, die die Seroswasserfälle der Segre und die von Noguera-Pallerese, zusammen 110 000 PS, auszunutzen beabsichtigt. Weiters will die Gesellschaft die Wasserkräfte am Ebro ausbauen; die bestehenden Anlagen sollen auf die volle Leistung von 3 Mill. PS ausgebaut werden*).

In Bilbao hat sich eine Gesellschaft mit 6·1 Mill. Pesetas gebildet zwecks Verwertung der Wasserkräfte des Flemisol. Eine Wasserkraft am Duero von 90 m Gefälle und 350 000 PS-Leistung soll ausgenutzt und Strom nach Madrid, Bilbao und Galicien geleitet sowie zur Elektrifizierung der spanischen Nordbahn verwendet werden. Die Handelskammer von Valencia läßt die Wasserfälle am Jucar in der Provinz Albacete untersuchen. Eine französische Gesellschaft beabsichtigt, am Eseta und Cinca in Aragonien Wasserkraft-Elektrizitätswerke für Stickstofferzeugung zu errichten.

*) Vgl. Anzeiger von Heft 47 d. J. Seite 190.

*) Vgl. E. u. M. 1915, Seite 183.

Digitized by Google

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Vereinigte Elektrizitäts-A.-G., Wien. In der kürzlich stattgefundenen Verwaltungsratssitzung wurde die Bilanz für das Geschäftsjahr 1917/18 vorgelegt; diese weist, zuzüglich des Gewinnvortrages aus dem Vorjahre, nach reichlichen Abschreibungen einen Gewinn von K 1 384 657 (gegen Kronen 1 215 366 i. V.) aus. Der Verwaltungsrat wird der Generalversammlung den Vorschlag machen, 7·5% des Aktienkapitals (wie i. V.), gleich K 1 125 000 als Dividende an die Aktionäre zu verteilen, den Reservefonds mit K 75 000 (K 65 000 i. V.) zu dotieren und den verbleibenden Rest von K 134 351 (K 131 595 i. V.) auf neue Rechnung vorzutragen.

Aluminiumerzeugung in Amerika. Die Vereinigten Staaten stehen in der Erzeugung von Aluminium an erster Stelle. Jährlich werden nach einer Mitteilung im „Electrician" 135 bis 150 000 t produziert, d. i. die Hälfte des Weltverbrauches. Die Welterzeugung betrug 1916 noch 140 000 t, wovon 62 000 t in den Vereinigten Staaten, 20 000 t in Frankreich, 16 000 t in Norwegen und 8000 t in Kanada erzeugt wurden. Die Schweiz hat eine normale Produktion von 20 000 t Aluminium; die Produktion geht aber zurück, weil Frankreich ein Ausfuhrverbot auf Bauxit erlassen hat. Über die Erzeugung von Aluminium in Großbritannien sind keine genauen Daten zu erhalten; die Angaben schwanken zwischen 4 und 12 000 t im Jahr. Die Vereinigten Staaten verfügen zwar über große Lager von Bauxit, sie verarbeiten aber das aus Kanada bezogene Material. Der Aufschwung in der Aluminiumerzeugung in Amerika ist dem Umstand zu verdanken, daß dieses Metall an Stelle von Zinn in der Industrie verwendet wird und die Union keine Lagerstätte für Zinnerze aufweist.

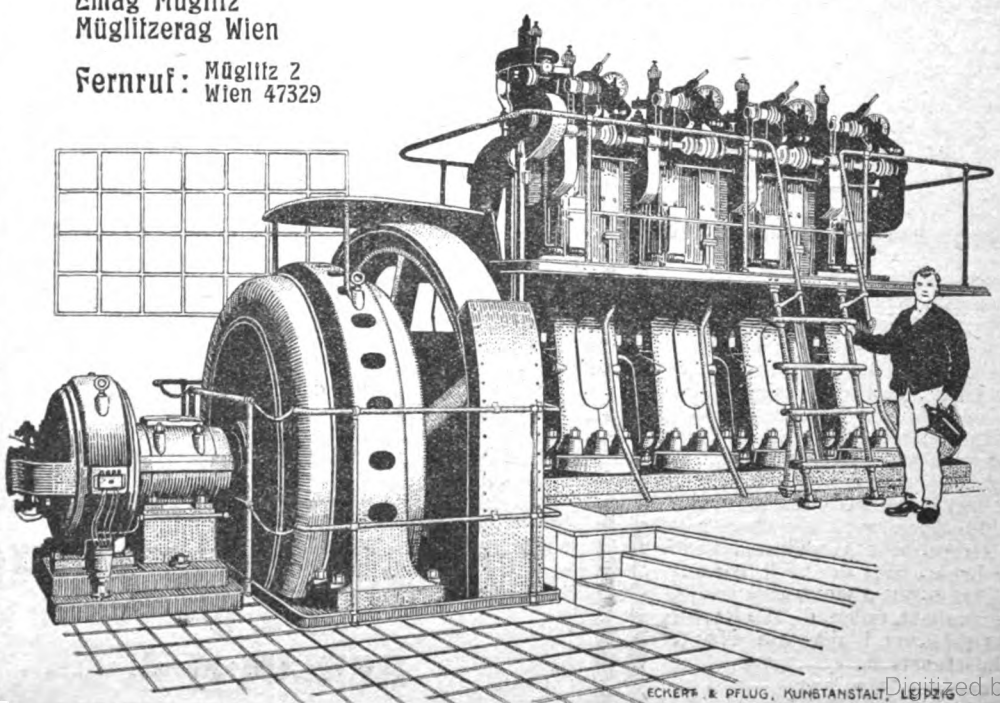
Metallbericht. Trotzdem gerade jetzt, wo der Weltkrieg als beendet gelten kann, die wirtschaftlichen Schwierigkeiten in fast ganz Europa bis zur Unerträglichkeit gesteigert sind, streben überall Handel und Gewerbe danach, sich auf die bevorstehende Friedensarbeit einzurichten. Ganz besonders aber ist dies in den Vereinigten Staaten von Amerika der Fall, die bei dieser weltgeschichtlichen Umwälzung mit verhältnismäßig geringen Opfern riesenmäßige Vorteile sich zu erringen wußten. So schreibt bei Betrachtung der Friedensaussichten der amerikanischen

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrische Bügeleisen
vernickelt, mit auswechselbarem Heizkörper, für 110, 150, 220 und 250 V, zirka 350 W, 3½ kg, samt Schnur und Stöpsel, fabriziert
Kéler és Mechner, Budapest, Podmaniczky-utca 63.
Telegrammadresse: Mechanik.
Alleinverkauf für Österreich:
Otto von Duval, Wien VI, Mariahilferstraße 105.

Elektromotore und Dynamomaschinen
Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren
Drahtanschrift: Emag Müglitz, Müglitzerag Wien
Fernruf: Müglitz 2, Wien 47329
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Motoren, Dynamos, Licht- und Kraftanlagen.



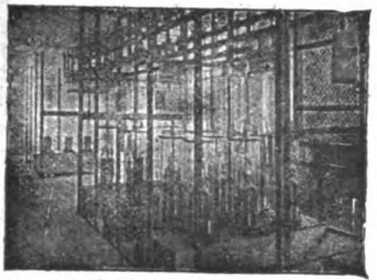
Digitized by Google

Eisenindustrie das New Yorker Fachblatt „Iron Age“ Mitte November: Der Stahlhandel sieht sich augenblicklich vor die Probleme der Neufestsetzung der Preise und des Verbrauches von Stahl gestellt, der der größte in der Geschichte des Stahlmarktes sein wird, und tritt in eine Übergangsperiode ein, in der die Regierung die tatsächliche Kontrolle über die Produktion und die Verteilung hat. Die Kontrakte von Granatenstahl und Stacheldraht wird zuerst die Wirkung des Friedensschlusses berühren. Der Präsident des Stahltrusts, Mr. Gary, erklärte bei einer Besprechung der Wirkungen, die der Frieden auf die Stahlindustrie haben dürfte, er glaube, daß diese sich blühender gestalten werde, als jemals vorher.

In Deutschland ist das Verwendungsverbot für Halb- und Fertigerzeugnisse von Eisen und Stahl aufgehoben worden, so daß die allgemeine Beschlagnahmeverfügung und die Bautenprüfungsstelle fortfallen. Ferner dürfen nach einer Verfügung des Reichsamtes für die wirtschaftliche Demobilisation von allen am 13. November vorhandenen beschlagnahmten Beständen an Kupfer Aluminium, Nickel, Zinn, Antimon, Blei, Zink, Chrom, Platin, Stahlhärtungsmetallen und allen Legierungen davon, insgesamt bis zu 20% eines jeden Metalles ohne besondere Verfügungserlaubnis für Friedenszwecke verarbeitet, an Weiterverarbeitern geliefert und den Verbrauchern zugeführt werden. Vertraglich an die Kriegsmetallgesellschaft zu liefernde Mengen müssen voll zur Lieferung gelangen. *Lp.*

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen

gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Betrifft:

Inhaltsverzeichnis 1918.

Der Mangel an Papier veranlaßt uns, von dem Inhaltsverzeichnis für den Jahrgang 1918 der „E. u. M.“ nur soviel Exemplare herstellen zu lassen, als gewünscht werden.

Wir ersuchen jene Bezieher unserer Zeitschrift, die das Inhaltsverzeichnis wünschen, uns dies durch **Postkarte** bis längstens 26. Dezember l. J. mitteilen zu wollen.

Inhaltsverzeichnisse, die erst nach diesem Tage bei uns bestellt werden, können nicht zugesichert werden.

„Elektrotechnik u. Maschinenbau“

Wien VI, Theobaldgasse 12.

Österreichische

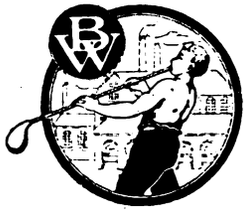
Mannesmannröhren-Werke

Gesellschaft m. b. H.

WIEN IX, Währingerstraße 6—8

liefern nahtlose Mannesmannrohre aller Art, insbesondere Stahlmuffenrohre für Bleidichtung, asphaltiert und umwickelt zu Wasser- u. Gasleitungen, Siederohre u. Wellrohre für Lokomotiv-, Lokomobil- u. stehende Kessel, sowie für Rauchrohrüberhitzer, Leitungsrohre mit Gewinden und Muffen sowie mit Flanschen für normalen oder für Hochdruck, Rohrschlangen für Kältemaschinen und Überhitzer, Präzisionsstahlrohre für den Automobil-, Fahrrad- u. Apparatebau, Stahlrohrmaste für Bogen- u. Glühlampen und für Stromzuführung, Kandelaber für Gaslicht, Telephon-, Telegraphen- und Blitzableiterstangen, Wegweisersäulen, Stahlrohrbehälter für verflüssigte und hochgespannte Gase u. a. m.

Telegramme: Mannesrohr Wien.
Fernsprecher: 21880, 21834, 22840, 23006 und 14084.



Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner

(patentierte Gassparbrenner)

zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger

Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

Gas-Erzeuger

Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

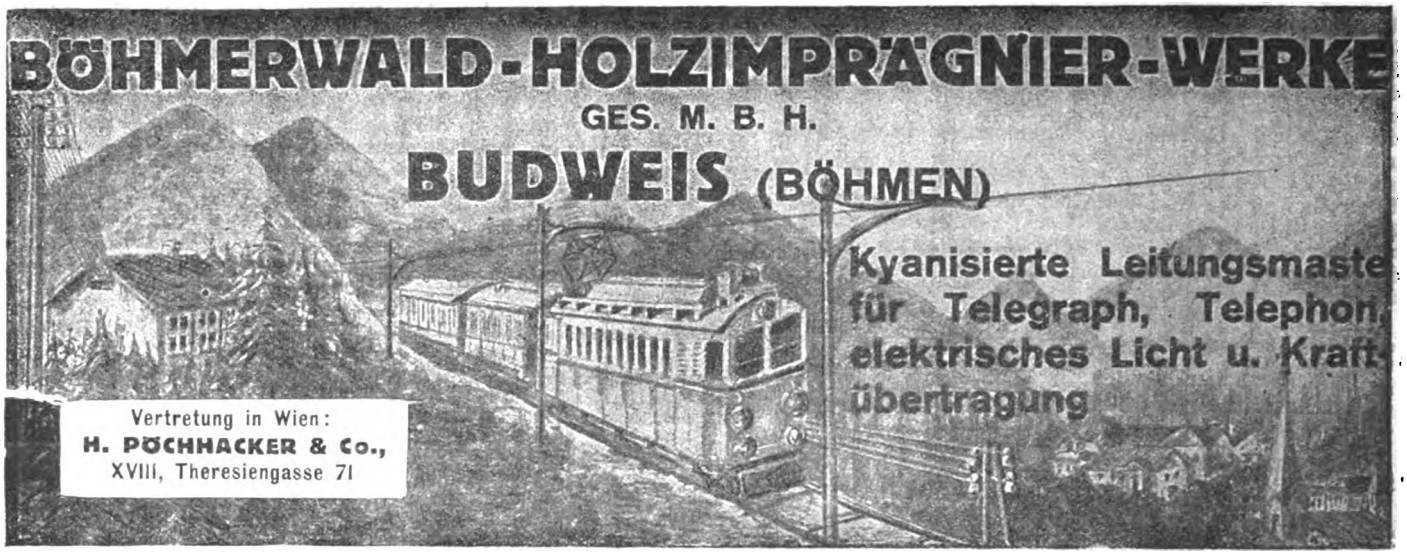
Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke

m. b. H.

BERLIN N 4.

Digitized by Google



Bücher, die Sie brauchen!

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen:

mit Nachträge, Kl. 8°, 160 Seiten, gebunden **K 4·—** pro Exemplar. Diese Vorschriften sind staatlich anerkannt, von den Ministerien vorgeschrieben. Jede elektrische Anlage muß im Sinne der Vorschriften hergestellt sein.

Statistik der Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen in Österreich, Bosnien und Herzegowina:

Kl. 4°, über 100 Seiten, gebunden **4·30.** Unentbehrliches Nachschlagewerk für die gesamte elektrotechnische Industrie. Nachtrag zu dieser Statistik, enthält die Neuanlagen, Erweiterungen und Ergänzungen, 40 Seiten, gebunden **K 3.—.** Versand nur gegen vorherige Einsendung des Betrages oder per Nachnahme zuzüglich **65 h** Nachnahmespesen.

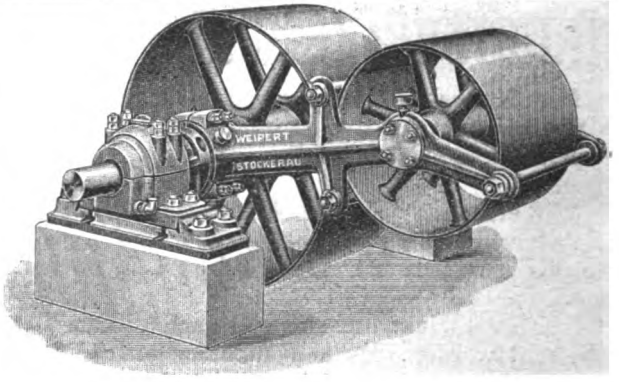
Elektrotechnischer Verein in Wien VI, Theobaldgasse Nr. 12.

Herr Direktor!

Wir kaufen

Wo kaufen Sie elektr. Bedarfsartikel für Stark- und Schwachstrom, Beleuchtungskörper, Drähte, Schnüre, Bügeleisen, Kochtöpfe und Heizapparate??

sämtliches elektrot. Installationsmaterial schon seit 18 Jahren bei der Firma JULIUS BOSCHAN, Elektrohaus, Prag, Niklasstraße Nr. 34, welche Ihnen über Verlangen ihren reich illustrierten Hauptkatalog senden wird. Fernsprecher Nr. 1116.



J. WEIPERT & SÖHNE

STOCKERAU

Fernsprecher 9.

Spannrollen

ausgeführt für Kraftübertragungen von 1/2 PS bis 700 PS

Chemische und Packungsfabrik

Georg Eppler, Bodenbach 7

Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114

stets prompt lieferbar:

Eisenkitt Ferrolit

mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar

Isolatoren- und Transformatorenkitt

Porzellankitt, Marmorkitt.

Ia. schwed. Riemenschmiere

(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.

Probe-Postdose 50 K Nachnahme.

Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen

für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Digitized by Google

Wien, 8. Dezember **ANZEIGER** 1918 — Heft 49

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Drehstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon für Gruppen- und Einzelantrieb. — Wirtschaftliche Nachrichten. Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse. Firmennachrichten.

Drehstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon für Gruppen- und Einzelantrieb.

Der elektrische Einzel- und Gruppenantrieb hat nebst der Beschränkung der Transmission auf ein Mindestmaß eine Reihe von bekannten Vorzügen für sich, welche die gegen den elektrischen Antrieb vorherrschenden Bedenken in der Industrie allmählich zu verdrängen gewußt haben.

Besonders auffallende Vorzüge bietet der elektrische Gruppen- und Einzelantrieb in Spinnereien, Zwirnereien, Webereien und Stoffdruckereien, wo die verschiedenen umfangreichen Maschinensätze im Interesse eines möglichst kontinuierlich verlaufenden Arbeitsprozesses in bestimmter Reihenfolge gruppiert werden müssen, um Zeit- und Produktionsverluste durch unnützen Hin- und Hertransport der Waren zu vermeiden. Die früher zum Teil berechtigten Einwendungen, daß die unbestreitbaren Vorzüge des elektrischen Betriebes durch vermehrte Betriebsstörungen zum Teil kompensiert würden, können heute auf Grund ausgeführter Anlagen als gegenstandslos betrachtet werden, da die großen Fortschritte der Elektrotechnik und die strengen gesetzlichen Vorschriften über die Ausführung elektrischer Anlagen diesbezüglich die weitgehendsten Garantien bieten.

Für Textilbetriebe dürfen nur Motoren verwendet werden, die entweder vollständig staubdicht geschlossen sind, oder keine für Staub und Schmutz empfindlichen oder zu Funkenbildung neigenden Teile enthalten. Ferner müssen die Motoren in Konstruktion, Bedienung und Wartung einfach sein und dürfen nur geringe Anforderungen an das Bedienungspersonal stellen. Von besonderer Wichtigkeit sind die vorgenannten Bedingungen für Motoren zum Einzelantrieb von Textilmaschinen. Von den beiden bekanntesten Stromarten, Gleich- und Drehstrom, kommt für Textilbetriebe nur das Drehstromsystem in Betracht, da sich die Motoren für Anschluß an Gleichstromnetze für staubige Betriebe infolge ihrer Empfindlichkeit und Feuergefährlichkeit im allgemeinen nicht bewährt haben und in der Anschaffung teuer sind.

Im nachstehenden sollen an Hand der von der Maschinenfabrik Oerlikon ausgegebenen Prospekte die in der Textilfabrikation verwendeten Motortypen besprochen werden.

Der idealste und für Textilbetriebe sicherste Motor ist der Drehstrommotor mit Kurzschlußanker. Zum Ein- und Ausschalten benötigt er nur einen Schalter, der mit den Sicherungen in einem staubdicht geschlossenen Kasten eingebaut ist. Der Motor besitzt Ringschmierung. Ein Nachteil ist der schroffe Anlauf des Motors und der beim Einschalten starke Stromstoß; dies beschränkt seine Verwendung auf Leistungen bis etwa 10 PS. Zur Herabsetzung des Anlaufstromes verwendet man Stern-Dreieckschalter oder Anlaß- und Spartransformatoren; diese Schaltungen haben natürlich eine entsprechende Verminderung des Anlaufdrehmomentes zur Folge, sind also nur für leicht angehende Maschinen, die höchstens 60% des normalen Drehmomentes zum Anlauf benötigen und keine großen zu beschleunigenden Schwungmassen besitzen, verwendbar.

Aber selbst Ringspinn- und Zwirnmaschinen können mit gewissen Hilfsmitteln mit Kurzschlußmotoren angetrieben werden, ohne die besprochenen Nachteile in Kauf nehmen zu müssen. Diese Einrichtung, die bereits in 200 Stück in schweizerischen Spinnfabriken in Betrieb ist, besteht aus einer automatischen Vorrichtung, die die Riemenspannung beeinflußt; beim Anspinnen wird dabei die Spindeltourenzahl um 10 bis 15% reduziert, dann allmählich gesteigert und bis zur Beendigung des Abzuges auf einen Höchstwert konstant gehalten. Die Einstellung verschiedener Spindelgeschwindigkeiten wird durch Aufsetzen von im Durchmesser verschieden großen Riemenscheiben auf das Motorwellenende erreicht. Das Auswechseln kann mittels einer sehr einfachen, mit jeder Scheibe mitgelieferten Abziehvorrichtung spielend leicht in zirka 3 bis 4 min vorgenommen werden. Der zwischen Motor und Maschine befindliche kurze Riemen wird durch eine Spannrolle stets selbsttätig in gespanntem Zustand erhalten, so daß ein Auswechseln oder Verkürzen des Riemens bei Auswechslung der Scheiben wegfällt. Die Übertragung zwischen Motor und Maschine ist sehr ruhig und vibrationsfrei. Der Motor wird unbelastet, mit dem Riemen auf der Leerscheibe, durch Betätigung des am Motor angebauten Stern-Dreieckschalters auf die volle Tourenzahl gebracht und alsdann die Maschine durch allmähliches Verschieben des Riemens auf die Vollscheibe der Maschine stoßfrei in Betrieb gesetzt. Der Anlaufstrom beträgt dabei nur das zirka 1·7fache des Normalstromes. Mit dem vorstehenden Spezialantrieb läßt sich die gleiche Produktion erreichen, wie mit den im letzten Jahrzehnt aufgekommenen Kollektormotoren, welche mit periodisch veränderlicher Spindeltourenzahl bei jedem Ringbankhub arbeiten und mit welchen in der Regel eine Mehrproduktion von 10 bis 15% gegenüber dem Transmissionsantrieb erzielt werden konnte. Der Wirkungsgrad beträgt 86 bis 87% und ist von der Spindelgeschwindigkeit so ziemlich unabhängig.

Für größere Leistungen kommt der Motor mit Schleifringanker zur Verwendung, der in Konstruktion, Apparatur und Bedienung verwickelter als der Kurzschlußankermotor ist. Der Motor muß wegen der Schleifringe mit staubdicht abgeschlossenem Gehäuse ausgeführt oder in einem besonderen, vom Arbeitssaal getrennten, möglichst staubfreien Lokal aufgestellt werden. Da bei geschlossenen Motoren die Ventilationswirkung der rotierenden Teile nur ungenügend zur Wirkung kommt, so müssen sie zur Vermeidung unzulässiger Erwärmung sehr reichlich dimensioniert werden und sind daher unter Annahme gleicher Leistung und Tourenzahl wesentlich teurer als solche offener normaler Ausführung. Für größere Leistungen werden daher diese Motoren auch öfters als sogenannte Durchzugstypen ausgeführt, denen zur Kühlung der Wicklungen kalte Luft durch besondere Kanäle zugeführt werden muß. Zur Vereinfachung der Bedienung ist vorgeschlagen, den Schalter und den Anlaßwiderstand in einem am Motorgehäuse angebauten Kasten unterzubringen und unter sich und mit der Kurzschluß- und Bürstenabhebevorrichtung des Motors derart zu verriegeln, daß alle für die Bedienung nötigen Apparate durch Drehung eines einzigen Handrades zwangläufig in richtiger Reihenfolge betätigt werden.

Für Motoren großer Leistung ist es unter Umständen zweckmäßiger, den kombinierten Anlaßschaltkasten an einer für die Bedienung bequem zugänglichen Stelle zu montieren und durch eine Kette oder Drahtseil mit der Kurzschluß- und Bürstenabhebevorrichtung des Motors zu verbinden, so daß der letztere durch bloße Betätigung des Bedienungshebels am Anlaßschaltkasten in und außer Betrieb gesetzt werden kann.

Es ist ferner vorgeschlagen worden, den Anlaßwiderstand in eine derart gedrängte und gegen die Einwirkung der Zentrifugalkräfte widerstandsfähige Form zu bringen, daß er ohne weiteres am rotierenden Teil des Motors befestigt werden kann. Die Firma gibt für diese Motortype zwei spezielle Ausführungsformen, eine mit Handrad und eine automatisch durch Fliehkraftregler betätigte Type an.

(Schluß folgt.)

Wirtschaftliche Nachrichten.

Japans Industrie. Der ungeheure Fortschritt, der in der Industrie Japans während der Kriegszeit zu verzeichnen ist, geht aus einem Artikel in „Electrician" besonders augenfällig hervor. Der Export des Landes stieg von 64 Mill. Pf. St. im Jahre 1913 auf 71 Mill. Pf. St. im Jahre 1915, 114 Mill. Pf. St. im Jahre 1916 und betrug im ersten Halbjahre von 1917 so viel wie im ganzen Jahre 1915. Dem Kapitalmangel im Lande half die Munitionserzeugung gründlich ab, die Japan in den ersten Kriegsjahren insbesondere auf Rechnung Rußlands beschäftigt hatte. Nun hatte es die Mittel in der Hand, eine großartige Industrie einzurichten. Begünstigt war das Unternehmen durch die billigen Arbeitslöhne, die höchstens 8 Pence pro Tag für ungelernte Arbeiter betragen und die billigen Kraftquellen, welche das Land in den zahlreichen Wasserfällen besitzt. Fördernd für die Entwicklung der Industrie ist die Nähe Chinas, das von allen Rohmaterialien ungeheure Vorräte besitzt. Eisen- und Stahlwerke sind in Japan seit Kriegsausbruch von sechs Gesellschaften mit 4 Mill. Pf. St. eingerichtet worden. Drei neue Gesellschaften sind jetzt im Entstehen. Fünf Unternehmungen beschäftigen sich mit der

Digitized by Google

Verarbeitung von Zinkerzen. 14 neue Textilfabriken, vorzugsweise für den Export, sind in Betrieb gestellt worden. Japan bezieht nicht mehr Wolfram-Glühlampen von Europa, es stellt sie selbst in so großer Menge her, daß es 13 Mill. Lampen für 0·3 Mill. Pf. St. nach China und Rußland ausführen konnte*). Japan konnte vorzugsweise in den billigen Artikeln, die bisher von Deutschland geliefert worden sind, die Konkurrenz aufnehmen. So sind die in England auf dem Markt liegenden Glaswaren, die früher von Belgien, Deutschland und Österreich geliefert worden sind, japanisches Erzeugnis. Im ganzen exportiert Japan 1·5 Mill. Pf. St. an Glaswaren. Auch in der Maschinenindustrie sind große Fortschritte zu verzeichnen, wozu schon der ungeheure Bedarf des Landes und die durch die Kriegsereignisse erfolgte Absperrung Englands beitrug. In den großen Anlagen von Mitsubishi und Kawasuki werden Dampfmaschinen, Gasmaschinen, Ölmotoren und Wasserturbinen erzeugt. Auf den Schiffswerften werden Schiffsmaschinen in großen Mengen hergestellt. Japan stellt in vier ganz modernen Lokomotivfabriken, wovon eine dem Staat gehört, alle erforderlichen Lokomotiven her. Spinnmaschinen und Werkzeugmaschinen werden zum Teil aus Amerika eingeführt, und zwar nur deshalb, weil die Eigenproduktion dem Bedarf nicht nachfolgt. Im übrigen besteht ein geringer Export von Werkzeugmaschinen nach Rußland. Die meisten der großen Werkzeugmaschinen in den Schiffswerften sind im Lande selbst erzeugt worden, hauptsächlich in Osaka und Tokio. Es werden im Lande Papiermaschinen in großen Mengen hergestellt, ferner Maschinen für die Zuckererzeugung und Dampfkessel exportiert. Die Exportstatistik weist die Ausfuhr von Baumwollgarn um 12 Mill. Pf. St. aus, zumeist nach China und Hongkong. An Baumwollwaren sind 1917 14 Mill. Pf. St. ausgeführt worden gegen 4 Mill. im Jahre 1915.

Japan erzeugt Gummiartikel, Fahrräder, Chemikalien, Spielzeug, wissenschaftliche Instrumente und hunderte andere Artikel, die zur Ausfuhr auf die europäischen Märkte bestimmt sind.

Die japanischen Kaufleute haben sich als gute Organisatoren, die Arbeiter als fähig und fleißig und die Seeleute ebenso tüchtig und geschickt wie die europäischen erwiesen. Japan hat nun Arbeits- und Kraftmittel und hat auch das entsprechende Kapital erworben. Vorläufig ist China sein Absatzgebiet, aber es wird dort nicht stehen bleiben.

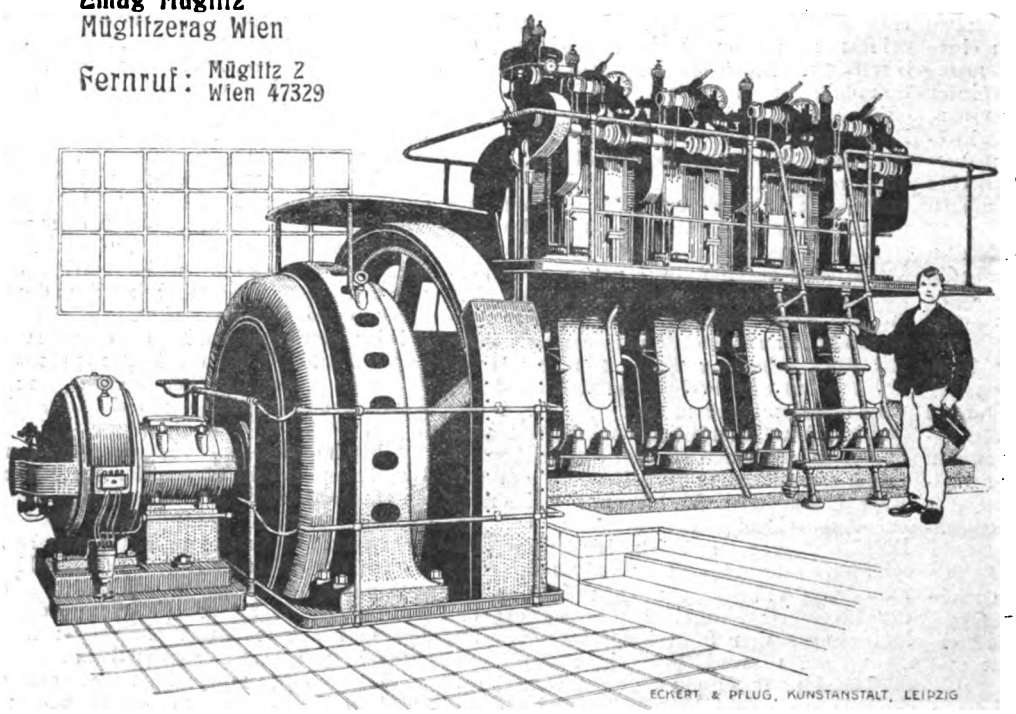
*) E. u. M. 1918, Anzeiger, Heft 45, Seite 182.

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren

Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.

Drahtanschrift:
Emag Müglitz
Müglitzerag Wien

Fernruf: Müglitz 2
Wien 47329



Motoren,
Dynamos,
Licht-
und
Kraft-
anlagen.

Futurit G 102, G 120 u. A 30
übertreffen
Hartgummi und deren Ersatzstoffe
an Hitzebeständigkeit, Festigkeit u. Isolation.
Es werden die kompliziertesten Formstücke mit und ohne Metalleinlagen erzeugt.
Anfragen in Begleitung von Zeichnungen oder Mustern erbeten an:
KABELFABRIK UND DRAHTINDUSTRIE A.-G., WIEN III/2.

Digitized by Google

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft, Berlin-Hagen i. W. Das 28. Geschäftsjahr 1917 hat dem soeben erschienenen Geschäftsberichte zufolge einen wesentlich höheren Umsatz gebracht. Die Beteiligung an der Accumulatorenfabrik Oerlikon konnte vorteilhaft abgestoßen werden, über die Unternehmungen in Feindesland wurde Zuverlässiges nicht in Erfahrung gebracht. Das Unternehmen in Ungarn hat bei Ausführung von langfristigen Kriegsaufträgen durch inzwischen eingetretene ganz außergewöhnliche Verteuerung und durch behördlich angeordnete Erhöhung von Gehältern und Löhnen mit Verlust gearbeitet. An den deutschen und österreichischen Kriegsanleihen hat sich die Gesellschaft mit größeren Beträgen beteiligt. Zur Erweiterung des Fabrikanlage in Hagen wurde benachbarter Gelände mit aufstehenden Gebäuden erworben. Vorräte, Wertpapiere und Beteiligungen sind in vorsichtiger Weise bewertet. Wenn das Jahresergebnis trotz wesentlich höheren Umsatzes kein entsprechendes ist, so liegt dies nicht nur in den Ausgaben für vermehrte Fabrikationseinrichtungen, weit höheren Generalunkosten und Kriegsaufgaben aller Art, sondern darin, daß in den bewilligten Preisen nur die Verteuerung der Rohstoffe Berücksichtigung fand. Eine Erhöhung der Grundpreise ist inzwischen erfolgt. Der Überschuß von Mk. 3 539 294·— wird wie folgt verwendet: 4% Vordividende Mk. 480 000·—, Tantième an den Aufsichtsrat Mk. 252 000·—, 21% Superdividende Mk. 2 520 000·—, Zuweisung zum Dispositionsfonds Mk. 100 000·—, Zuweisung zum Unterstützungsfonds Mk. 150 000·—, Talonsteuer Mk 12 000·— und der Rest von Mk. 25 294·— wird auf neue Rechnung vorgetragen. Auch im laufenden Geschäftsjahr sind die Fabrikationseinrichtungen voll in Anspruch genommen.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Die Abschlußsitzung für 1917/18 fand am 26. November statt. Wie früher in Aussicht genommen, wird eine Dividende von 14% in Vorschlag gebracht. Die Generalversammlung ist auf den 18. Dezember anberaumt.

Società Varesina per Imprese Elettriche in Varese. Die Gesellschaft beabsichtigt, ihr Kapital von Lire 7 225 000 auf Lire 12 325 000 zu erhöhen.

Firmennachricht.

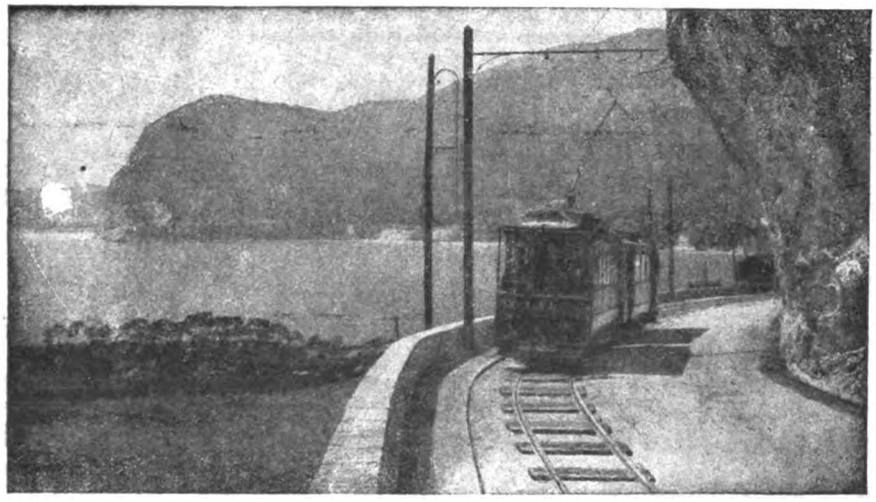
Ing. Gustav W. Meyer hat sich nach seiner Entlassung aus dem Kriegsdienst als unabhängiger, beratender Ingenieur in Bodenbach a. d. Elbe niedergelassen und daselbst ein Bureau für technische Beratung eröffnet.

·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

PRAG II.



·HIW·

Holz-Imprägnier-Werke

Ges. m. b. H.

Berlin NO. 55

Prenzlauer Allee 36.

·HIW·

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate

Kraus & Naimer

WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.

MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.

ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr. 8

Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS

ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google

Elektrizitätswerke und Installateure!

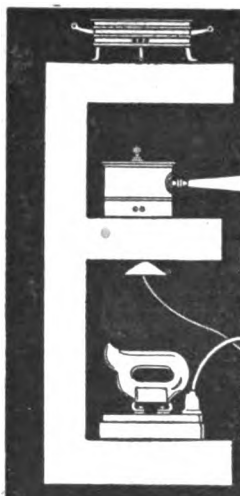
Eine praktische Neuheit auf dem Gebiete der Lohnverrechnung ist das

Lohnregister

ges. gesch. D. R. G. M.

K 13.— franko.

Herausgeber: Jos. DITZ, städt. Werks-Oberbuchhalter, Wr.-Neustadt.



Elektrische KOCH-PLATTEN GEFÄSSE BÜGELEISEN HEIZKISSEN ÖFEN

HERMANN WOLFF
Fabr. elektr. Heiz- u. Kochapparate
JNNSBRUCK

Spezial-Leitern-fabrik

Franz Flir, G. m. b. H.
WIEN
XIII. Linzerstraße 92.
Filiale: IV. Schleifmühlg. 1a

Möller's

D. R. P. **stofflose Luftfilter** D. R. G. M.

arbeiten vollkommen trocken und selbsttätig.

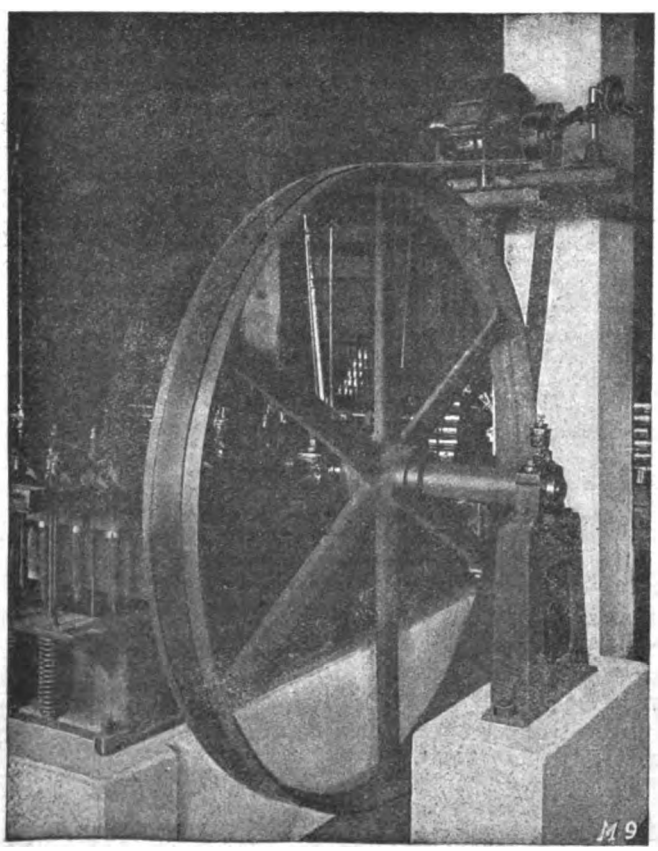
Kein Wasser, keine Klebflüssigkeiten.
Keine Kosten für Betrieb und Bedienung.
Keine Abnutzung, keine Reserveteile.
Keine Feuersgefahr, da ganz aus Eisen.
Bequeme und leichte Reinigung.
Anpassen an jeden Raum.

Das stofflose Möllerfilter ist allen anderen stofflosen Filtern weit überlegen, da es vollkommen trocken und ohne jede Bedienung arbeitet.

Im Betrieb vorzüglich bewährt. Fortwährend steigende Zahl der Aufträge.
Ausführungen bis zu den größten Einzelleistungen.

Bau von Stoff-Filtern in bewährter Ausführung wie bisher.

K. & Th. Möller, G. m. b. H., Brackwede I. W.



Hydraulische Pumpe mit 80 U. von einem 20 PS-Motor mit 1500 Touren, mittels eingebauter Spannrolle angetrieben. Große Platz-, Kraft- u. Geldersparnis durch Wegfall eines Zwischenvorgeleges, die kurze Wellenentfernung und den im Verhältnis zur Antriebsscheibe schmalen Riemen

G. ROTH Aktiengesellschaft Munitionsfabrik

Österreich:

Abteilung Maschinenfabrik (vorm. C. Dengg & Co.)

WIEN III, Erdbergerlände 28 c/34.

Ungarn: Pozsony.

Spannrollen

auf Kugellager laufend.

Rasch lieferbar!

Vorteile im Betrieb:

Kraftsparend, riemenschonend, Entlastung der Wellen und Lager, gleichmäßiger Gang, Entlastung des Riemens während des Stillstandes.

Ausführung:

Reichliche Dimensionierung, Präzisions-Ausführung, absolut betriebssicher, universaleinstellbar.

Vorteile bei Neuanlagen:

Schmälere Riemen, kurze Wellenentfernung, große Übersetzung, Vertikal-Antrieb möglich.

Kostenlose Offertstellung und fachmännische Ratschläge stehen zur Verfügung

Wien, 15. Dezember **ANZEIGER** 1918 — Heft 50

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Anzeige und Verwendung bestimmter Metalle und Legierungen. — Rundschau. — Wirtschaftliche Nachrichten. — Metallbericht.

Anzeige und Verwendung bestimmter Metalle und Legierungen.

Das Staatsamt für Kriegs- und Übergangswirtschaft hat am 3. Dezember 1918 eine Vollzugsanweisung betreffend die Anzeige und Verwendung von Metallen und Legierungen herausgegeben*), die sich auf das Gesetz vom 24. Juli 1917, RGBl. Nr. 307 stützt.

Es wird verordnet, wie folgt:

§ 1. (1) Wer die nachgenannten Materialien in eigenen oder fremden Räumen vorrätig oder für andere in Verwahrung hält, hat sie unmittelbar dem Staatsamte für Kriegs- und Übergangswirtschaft anzuzeigen.

(2) Die Anzeige ist bis zum 8. jeden Monats nach dem Stande vom Letzten des Vormonats zu erstatten. Zur Anzeige sind die bei den politischen Behörden erster Instanz aufliegenden bisherigen Vordrucke zu verwenden.

(3) Anzuzeigen sind die Vorräte an:

1. Aluminium (über 100 kg), Antimon (über 20 kg), Blei — auch Hartblei — (über 200 kg), Kupfer (über 100 kg), Kupferlegierungen (über 200 kg), Nickel und Nickellegierungen (über 20 kg), Zinn (über 20 kg), Zinnlegierungen (über 50 kg), Zink (über 200 kg), Chrom, Molybdän, Vanadium, Wolfram und deren Eisenlegierungen (über 10 kg), und zwar in Form von Rohmetall, Halbzeug (Tafeln, Platten, Blechen, Folien, Stangen, Röhren, Drähten), Altmaterial, Abfällen und Rückständen;

2. Weißblech und Weißblechabfälle (über 200 kg);

3. Erze und Vorprodukte der unter 1 genannten Metalle.

§ 2. (1) Bis zu einer gegenteiligen Verfügung des Staatsamtes für Kriegs- und Übergangswirtschaft dürfen die bei den metallverarbeitenden Betrieben vorhandenen Vorräte an den im § 1 genannten Materialien, soweit sie Eigentum dieser Betriebe sind, der Verarbeitung zugeführt werden.

(2) Dies gilt auch für solche Materialien, die den Betrieben zur Erfüllung von militärischen Aufträgen zugeführt worden sind, und die nunmehr anstatt für diese Zwecke für andere Zwecke verwendet werden sollen.

(3) Materialien, die aus dem Besitze der früheren Militärverwaltung herrühren und nicht in das Eigentum der betreffenden Unternehmung übergegangen sind, dürfen der Verarbeitung nur mit Zustimmung des Staatsamtes für Kriegs- und Übergangswirtschaft (Materialverwertungsamt) zugeführt werden. Die metallverarbeitenden Betriebe haben Materialien dieser Art in den nach § 1 zu erstattenden Anzeigen als solche besonders hervorzuheben.

(4) Weiter haben die metallverarbeitenden Betriebe den nach § 1 zu erstattenden Anzeigen ein Verzeichnis ihres Arbeiterstandes nebst Angabe des wöchentlichen Verbrauches an den einzelnen Materialsorten anzuschließen.

(5) Bei der Verarbeitung der Materialien sind die mit der Verordnung vom 1. März 1916, RGBl. Nr. 63, getroffenen Sparvorschriften insoweit zu berücksichtigen, als nicht eine Abweichung hievon im Interesse der Beschäftigung der Arbeiterschaft und der Aufrechterhaltung der Betriebe notwendig ist.

§ 3. (1) Außer den im § 2 angeführten Fällen dürfen die im § 1 angeführten Materialien ohne besondere Bewilligung des Staatsamtes für Kriegs- und Übergangswirtschaft nur in folgenden Fällen verarbeitet, verbraucht oder sonst verwendet werden:

1. Der Vorratsbesitzer darf die für Ausbesserung seiner Betriebseinrichtungen behufs Aufrechterhaltung des Betriebes benötigten Mengen verwenden;

2. der Besitzer von Erzen, Vorprodukten, Altmaterialien, Abfällen und Rückständen darf sie auf Rohmetalle im eigenen Betriebe verarbeiten oder in fremden in Deutschösterreich gelegenen Betrieben für sich verarbeiten lassen. Zur Verwendung der gewonnenen Rohmetalle ist jedoch Bewilligung des Staatsamtes für Kriegs- und Übergangswirtschaft erforderlich.

(2) Für Materialien, die aus dem Besitze der früheren Militärverwaltung herrühren, gilt die Vorschrift des § 2, Absatz 3.

§ 4. Eine Veräußerung aus Vorräten, die die im § 1 angeführten Mengen übersteigen und daher nach diesem Paragraphen der Anzeigepflicht unterliegen, ist nur mit Bewilligung des Staatsamtes für Kriegs- und Übergangswirtschaft gestattet.

§ 5. Die vom Staatsamte für Kriegs- und Übergangswirtschaft zur Kontrolle über die Einhaltung der Vorschriften dieser Vollzugsanweisung beauftragten Organe sind berechtigt, Lagerräume und andere Anlagen zu besichtigen und Geschäftsbücher einzusehen.

§ 6. (1) Zuwiderhandlungen gegen die Vorschriften dieser Vollzugsanweisung sind von den politischen Behörden I. Instanz mit Arreststrafen bis zu sechs Monaten oder Geldstrafen bis zu 20 000 K zu ahnden. Diese Strafen können auch nebeneinander verhängt werden.

(2) Überdies kann der Verfall jener Materialien und Gegenstände, auf die sich die strafbare Handlung bezieht, und, wenn die Übertretung in Ausübung eines Gewerbes erfolgt ist, auch der Verlust der Gewerbeberechtigung ausgesprochen werden.

§ 7. Die Verordnungen vom 7. Februar 1915, RGBl. Nr. 27, 29. März 1915, RGBl. Nr. 80, und 28. April 1916, RGBl. Nr. 118, betreffend die Anzeige der Vorräte an bestimmten Metallen und Legierungen, weiter die Verordnungen vom 28. April 1916, RGBl. Nr. 119 bis 123, betreffend die Verwendung bestimmter Metalle und Legierungen, treten außer Kraft.

§ 8. Diese Vollzugsanweisung tritt mit dem Tage der Kundmachung in Wirksamkeit.

*) Enthalten im 16. Stück des Staatsgesetzblattes vom 5. Dezember 1918.

Rundschau.

Kohlenkontrolle in England. Zum Zwecke der Kohlenersparnis wird behördlicherseits in England eine scharfe Kontrolle über den Verbrauch von Kohle in Fabriken und Dampfanlagen ausgeübt. Zu diesem Zwecke ist nach Berichten englischer Zeitungen das Land in Distrikte eingeteilt, an deren Spitze ein Ingenieur steht, der die Anlagen besichtigt und Ratschläge erteilt, wie der Betrieb ökonomischer gestaltet und Kohle gespart werden kann. Diese Arbeit wird von 400 Ingenieuren ausgeführt, welche die bestehenden 40 000 bis 50 000 Dampfkraftanlagen besichtigen. Gegenwärtig sind bereits 6800 Fälle angezeigt worden.

Die Ersparnis an Brennstoff wird erzielt: durch Verbesserung veralteter Dampfkessel und Dampfleitungen, Ausbesserung von schadhaften Einmauerungen, Verbesserung von dampflassenden Kolben und Stopfbüchsen, Verwendung von Auspuffdampf zu Heizzwecken und der Heizgase zur Speisewasservorwärmung. Viel Kohle wird dadurch verschwendet, daß zur Dampferzeugung für Heizzwecke besonders hochwertige Kohle verwendet wird. Dem wird durch den Auftrag abgeholfen, minderwertige Kohle einzustellen. Besondere Aufmerksamkeit wird den Kohlen verschwendenden Dampfkraftanlagen zugewendet. Hier hilft man gewöhnlich damit ab, daß die Dampfkraftanlage durch einen Elektromotor oder einen Gasmotor ersetzt wird. Unter der Annahme, daß die Bemühungen der Behörde von Seite der Werksbesitzer, der Betriebsleiter und Arbeiter unterstützt werden, hofft die Kommission eine Ersparnis von 5 Mill. t im Jahre zu erzielen.

Die Bedeutung von Wasserkräften für die Ersparnis an Kohlen geht recht anschaulich aus einigen Zahlen hervor, die Ch. T. Main der Kommission für Wasserkräfte in Massachusetts nach „El. World" vorgelegt hat. Wenn 1 Mill. Kubikfuß (28 000 m³) Wasser um 1 Fuß (0·305 m) herabfallen, so werden hiedurch 18 kWh am Schaltbrett des Elektrizitätswerkes erzeugt. In Dampfkraftmaschinen von 1000 kW braucht man 1 kg Kohle zur Erzeugung von 1 kWh. Unter der Annahme, daß der Niederdruckdampf verwendet wird, stellen sich die Kohlenkosten in den Vereinigten Staaten für 1 kWh auf 0·75 cents oder auf 13·5 cents für 18 kWh. Rechnet man für die Erhaltung und Beaufsichtigung der Staubecken 1·5 cents pro 1 Mill. Kubikfuß, so bleiben noch immer 12 cents zugunsten der Wasserkraft; dieser Betrag genügt völlig zur Verzinsung und Amortisation der Anlagekosten, zur Deckung der Steuern und besonderer Herstellungsarbeiten der Wasserkraftanlage.

In den Neu-England-Staaten der Union sind in den letzten Jahren zwei große Stau-

Digitized by Google

becken errichtet worden. Am Magalloway River (Maine) ein Staubecken für 224 Mill. m³ und ein zweites der New England Power Comp. für 75 Mill. m³ Inhalt; die Kosten des ersten betrugen 125 Doll., die des zweiten 300 Doll. pro 1 Mill. Kubikfuß Wasser. Der Aufstau des Wassers im Millers River würde jährlich 12·5 Mill. kWh ergeben; die Kosten stellen sich auf 2¼ Mill. Doll., die Kohlenersparnis macht jährlich 14 000 t aus. Am Connecticut Riv. läßt sich an drei Stellen ein Gefälle von zusammen 88 m gewinnen; die Anlagekosten betragen 260 Doll. für je 1 Mill. Kubikfuß Wasser. Am Merrimac River ist ein Gefälle von 76 m zu gewinnen; die Anlagekosten machen 200 Doll. pro 1 Mill. Kubikfuß. Auch am Deerfield River lassen sich durch Stau noch große Kräfte gewinnen.

Ferngasleitungen in Kalifornien. Im August d. J. ist eine Leitung von 42 m Länge, 5·2 cm Durchmesser, für den Transport von Erdgas zum Elektrizitätswerk der San Joaquin Light & Power Comp. in Bakersfield fertiggestellt worden, wo das Gas unter den Kesseln verbrannt wird. Die Leitung wird 190 500 m³ Gas in 24 h liefern, was eine Ersparnis von 1650 hl Öl mit sich bringt. Die Zentrale in Bakersfield besitzt vier Kessel zu 325 PS und acht Kessel zu 600 PS, erstere für Gasfeuerung, letztere für Ölfeuerung, die erst für Gasfeuerung umgewandelt werden müssen. Ein Druckregler in der Zentrale setzt den Druck in der Gasleitung von 20 at auf 3·5 at herab; an den Brennern erfolgt eine weitere Druckverminderung auf 0·05 bis 0·14 at. Die Leitung wurde in 70 Tagen fertiggestellt.

Die Midway Gas Comp., die diese Anlage gebaut hat, liefert auch nach Los Angeles mittels einer 30 cm starken Rohrleitung Erdgas mit einem Druck von 17·5 bis 21 at.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

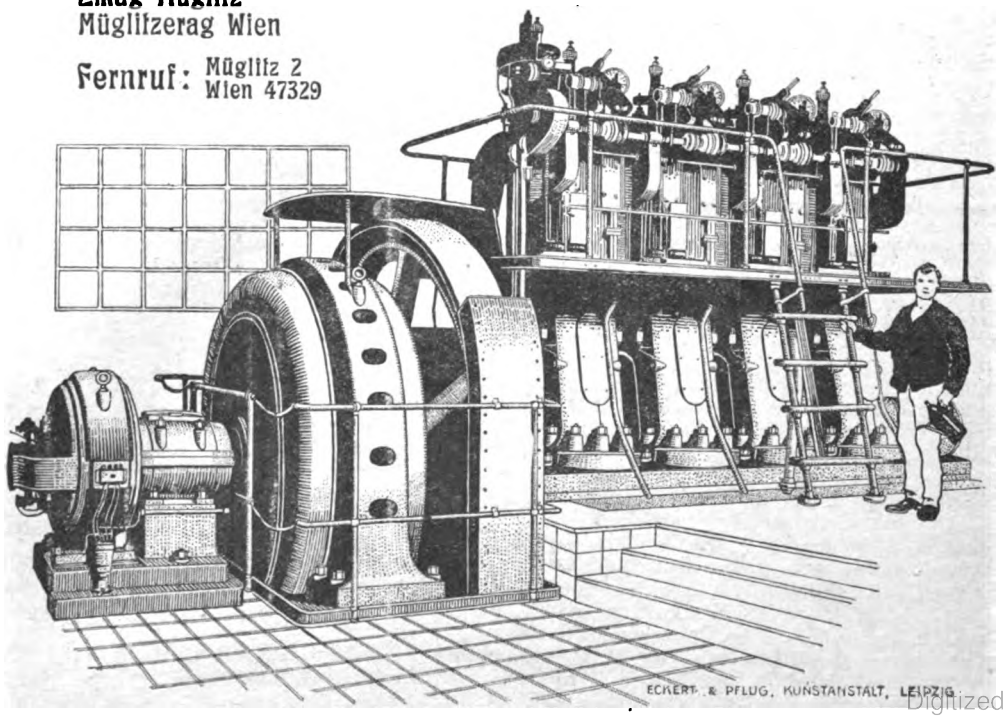
Österreichische Brown Boveri-Werke A.-G. Wien. In der kürzlich stattgehabten Verwaltungsratssitzung wurde die Bilanz für das Geschäftsjahr 1917/18 vorgelegt; dieselbe weist zuzüglich des Gewinnvortrages aus dem Vorjahre nach reichlichen Abschreibungen einen Gewinn von K 925 208 (gegen K 754 393 im Vorjahre) aus. Der Verwaltungsrat wird der Generalversammlung den Vorschlag machen, 6% des Aktienkapitals (wie im Vorjahre) gleich K 510 000 als Dividende an die Aktionäre zu verteilen, den Reservefonds mit K 200 000 (gegen K 48 323 im Vorjahre) zu dotieren und den nach Abzug der statutenmäßigen Tantième verbleibenden Rest von K 185 768 auf neue Rechnung vorzutragen.

Telephonfabriks-A.-G. Budapest. In der am 2. d. M. stattgefundenen Direktionssitzung wurden die Schlußrechnungen für das am 30. Juni l. J. abgelaufene Geschäftsjahr vorgelegt, die nach Abschreibungen von K 141 440 und zuzüglich des vorjährigen Gewinnvortrages von K 54 867 einen Reingewinn von K 987 632 ausweisen. Der Generalversammlung wird vorgeschlagen, aus dem Reingewinn K 175 000 dem Reservefonds zuzuweisen, nach Bestreitung der statutenmäßigen Tantièmen von K 46 638 eine Dividende von 15% = K 30 (wie i. V.) auszuschütten, K 100 000 dem Beamtenpensionsfonds, K 50 000 Kriegsfürsorgezwecken und K 35 000 Arbeiterunterstützungen zuzuführen und den Rest von K 55 994 auf neue Rechnung vorzutragen.

Metallbericht. Im vorigen Bericht (Heft 48) wurde die Ansicht der Fachkreise über die nächste Zukunft des amerikanischen Stahl- und Eisenmarktes verzeichnet; nunmehr soll der Anschauung über die Aussichten der deutschen Stahl- und Eisenindustrie Raum gegeben

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrizitäts- und Maschinenbau-
Müglitz, Mähren □ Aktien-Gesellschaft
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.
Drahtanschrift:
Emag Müglitz
Müglitzerag Wien
Fernruf: Müglitz 2
Wien 47329



Motoren,
Dynamo
Licht-
und
Kraft-
anlagen.

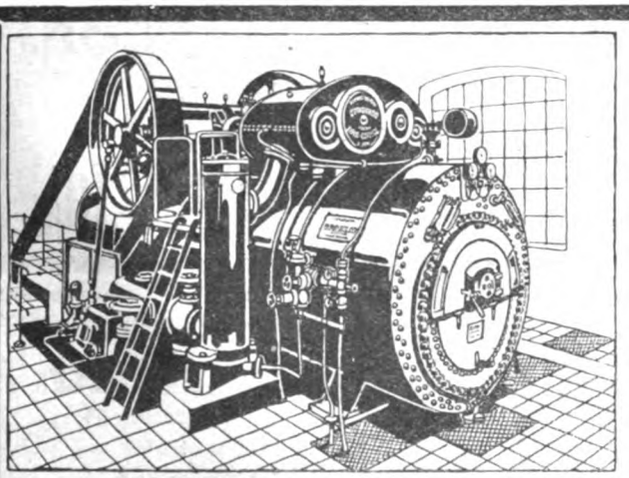
Digitized by Google

werden, die trotz aller drückenden Umstände der gegenwärtigen Lage eifrig für die bevorstehende Friedenswirtschaft rüstet.

Dem „Berliner Tageblatt“ ging kürzlich von sachverständiger Seite aus Rheinland-Westfalen eine Zuschrift zu, der wir folgendes entnehmen:

Es darf nicht angenommen werden, daß mit dem Aufhören des Krieges die Bewegung der Preise am Eisenmarkt einen ähnlichen Weg in umgekehrter Richtung einschlagen wird, wie in den verflossenen Kriegsjahren. Die Knappheit an Material und der Umstand, daß für Eisen und Eisenfabrikate mangels irgendeiner Kontrolle durch die amtlichen Stellen jeder Preis angelegt wurde, hatten bekanntlich zur Folge, daß bis zum Frühjahr 1917 die Aufwärtsbewegung für die Eisenpreise, ausgehend vom Rohstoffmarkte, fast ohne Pause vor sich ging. Am stärksten trat dies am Fertigeisenmarkte in einigen besonders knappen Erzeugnissen in die Erscheinung, beispielsweise in Feinblechen, für die geradezu Phantasiepreise bezahlt worden sind. Als im Frühjahr 1917 die Aufwärtsbewegung in den Preisen — die selbst von Werken mit ungeheueren Gewinnergebnissen als nicht immer gewinnbringend bezeichnet wurden — von neuem beginnen sollte, haben bekanntlich die amtlichen Stellen eingegriffen und dem Unfug durch Festsetzung von Höchstpreisen wenigstens zu einem Teil zu begegnen versucht. Die Folge hievon war, daß die sehr hohen Notierungen vom Frühjahr des Vorjahres bis jetzt nur dort noch einen Aufschlag erfuhren, wo die Werke die Notwendigkeit der Preiserhöhung mit stark gesteigerten Selbstkosten belegen konnten. Auf diese Weise wurden Erze, Roheisen und Kohlen noch einige Male im Preise hinaufgesetzt. Bei den Fertigfabrikaten ist jedoch dem jedesmal beim Beginn eines neuen Lieferungsabschnittes hervorgetretenen Verlangen nach weiterer Erhöhung der Preise nicht stattgegeben worden. Unter Berücksichtigung der ganzen Verhältnisse darf angenommen werden, daß die nächste Zeit eher eine starke Knappheit an Material als einen Überfluß aufweisen wird. Die ganze Entwicklung wird davon abhängen, ob und in welchem Umfange Erze und andere Rohstoffe angeliefert werden, die einen einigermaßen normalen Betrieb gestatten. In dieser Hinsicht bestehen bei den Werksleitern große Befürchtungen. Schon jetzt zeigen sich im Verkehr starke Stockungen in der Anlieferung von Brennstoffen, die zu Betriebseinschränkungen geführt haben und weiter zur Folge haben können, daß einzelne Betriebe die Anlagen ganz stillegen müßten. Auf einigen Hüttenwerken sind zwar noch Erze in einem Umfange vorhanden, der für die nächsten Monate ohne Zufuhr die Aufrechterhaltung eines reduzierten Hochofenbetriebes gestattet; auch das Siegerland und andere inländische Erzreviere werden über die mangelnde Zufuhr aus den bisherigen Hauptversorgungsgebieten (besonders Lothringen) mit hinweghelfen können. Ob aber die Wagengestellung in der nächsten Zeit eine derartige sein wird, daß eine auch nur einigermaßen normale An- und Abfuhr der Güter erfolgen kann, ist zum mindesten sehr zweifelhaft. Die Folge würde sein, daß das auf den Markt kommende Material nur geringen Umfanges sein würde, und dieser Umstand könnte den Anreiz bieten, durch hohe Preisforderungen für besonders gesuchte und knappe Eisensorten ein Tempo der Preisbildung herbeizuführen, welches demjenigen der ersten Kriegsjahre nicht nur gleichkommen, sondern es noch übertreffen könnte. Unter diesen Umständen ist es zu begrüßen, daß die bisherigen Höchstpreise auch zunächst weiterbestehen sollen, wenngleich das System der Bezugs- und Dringlichkeitsscheine fallen gelassen worden ist.

Lp.



Aktiengesellschaft für Maschinenbau

vorm. BRAND & LHUILLIER in Brünn

liefert

Lokomobilen, fahrbar und stationär.

Hocheffekt-Dampfmaschinen.

Schnellaufende Dampfmaschinen (Kapseltype) für elektrische Zentralen.

Burkhardtkessel (Patent). Bei hoher Spannung größtmöglichste Dampferzeugung, bezogen auf den Boden-Quadratmeter, für große Zentralen besonders geeignet.

Sicherheits-Doppeldampfraum-Kessel mit gemeinsamem Wasserraum, System „Bul“ (Patent).

Dampfkessel aller Systeme.

Ekonomiser, Temperaturregler (Patent), **Dampfüberhitzer, Transmissionen, Rohrwerkstätte etc. etc.**

Elektromotore und Dynamomaschinen

Kauf, Verkauf, Umtausch, sowie prompte Reparaturen, Instandhaltungen in Pauschale. Elektrotechnisches Bureau, Motoren-Reparatur-Anstalt Willibald Swoboda, Wien VII, Siebensterngasse 37.

Elektrische Bügeleisen

vernickelt, mit auswechselbarem Heizkörper, für 110, 150, 220 und 250 V, zirka 350 W, 3½ kg, samt Schnur und Stöpsel, fabriziert

Kéler és Mechner, Budapest, Podmaniczky-utca 63.

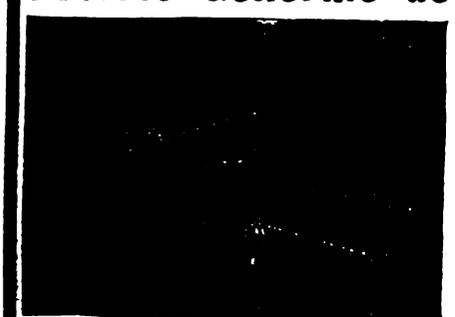
Telegrammadresse: Mechanik.

Alleinverkauf für Österreich:

Otto von Duval, Wien VI, Mariahilferstraße 105.

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine bedeutende Ersparnis in den Betriebskosten.

Digitized by Google

Nr. 6 MITTEILUNGEN 1918
ÖST. U. UNG. ELEKTRIZITÄTSFIRMEN

Die Starkstrom-Elektrizitätsfirmen im Gebiete der bestandenen österreichisch-ungarischen Monarchie haben folgende Änderungen der Teuerungszuschläge bezw. Ausgleichszahlen zur Berechnung der Teuerungszuschläge beschlossen:

1. Der Teuerungszuschlag für Bestellungen nach Anhang *C* zu den Lieferungsbedingungen beträgt für Maschinen und Zubehör, Transformatoren, Apparate, Instrumente und Installationsmaterial ab 1. Dezember d. J. 60%.

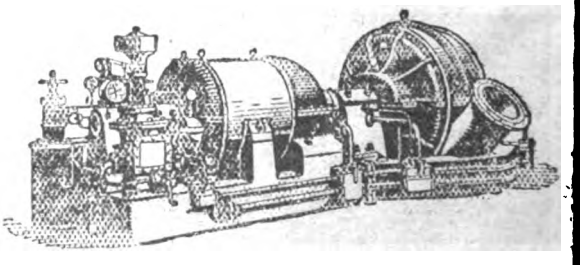
2. Die Ausgleichszahl zur Berechnung der Teuerungszuschläge für Bestellungen nach den Anhängen *D* und *E* zu den Lieferungsbedingungen beträgt für Maschinen und Zubehör, Transformatoren, Apparate, Instrumente und Installationsmaterial für den Monat November d. J. 70, für den Monat Dezember d. J. 75.

Es gibt nichts
was heute leichter verkäuflicher wäre als
elektr. Heizkissen,
mit Sicherheitsschalter gegen Überhitzung,
elektr. Heizteppiche,
elektr. Heißluftapparate
für Kranke und Verwundete,
elektr. Öfen,
elektr. Kochplatten,
elektr. Bügeleisen,
in Ia Ausführung sofort oder in Kürze lieferbar.
Wilhelm Hilzinger, Stuttgart 3
Fabrik elektr. Heiz- und Kochapparate.

Futurit G 102, G 120 u. A 30
übertreffen
Hartgummi und deren Ersatzstoffe
an Hitzebeständigkeit, Festigkeit u. Isolation.
Es werden **die kompliziertesten Formstücke** mit und ohne Metalleinlagen erzeugt.
Anfragen in Begleitung von Zeichnungen oder Mustern erbeten an:
KABELFABRIK UND DRAHTINDUSTRIE A.-G., WIEN III/2.

Herr Direktor!
Wo kaufen Sie elektr. Bedarfsartikel für Stark- und Schwachstrom, Beleuchtungskörper, Drähte, Schnüre, Bügeleisen, Kochtöpfe und Heizapparate??
Wir kaufen
sämtliches elektrot. Installationsmaterial schon seit **18 Jahren** bei der Firma **JULIUS BOSCHAN, Elektrohaus, Prag, Niklasstraße Nr. 34,** welche Ihnen über Verlangen ihren reich illustrierten Hauptkatalog senden wird.
Fernsprecher Nr. 1116.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrolit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Aktiengesellschaft **Kühnle, Kopp & Kausch,** Frankenthal (Pfalz).
K. K. K.-
Turbo-Gebläse
für alle Zwecke, Drücke und Mengeleistungen.

Älteste Spezialfabrik Deutschlands für Turbo-Gebläse.

Digitized by Google

Wien, 22. Dezember **ANZEIGER** 1918 — Heft 51

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Drehstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon für Gruppen- und Einzelantrieb. (Schluß.) — Wirtschaftliche Nachrichten: Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Drehstrommotoren der Maschinenfabrik Oerlikon für Gruppen- und Einzelantrieb.

(Schluß von Heft 49, Seite 198.)

Was die Anwendung der besprochenen Motortypen in Spinnereien, Zwirnereien, Webereien und Stoffdruckereien anlangt, kann gesagt werden, daß besonders für den Einzelantrieb von Textilmaschinen nur der in Konstruktion, Wartung und Bedienung einfachste und betriebssicherste Motor verwendet werden darf, da diese Motoren nur von dem mit elektrischem Material nicht vertrauten Bedienungspersonal der anzutreibenden Maschine bedient werden und in der Regel häufig in und außer Betrieb gesetzt werden müssen. Nach dem früher Gesagten eignet sich daher ohne Zweifel der Drehstrommotor mit Kurzschlußanker am besten. Für den direkten Antrieb vertikaler Maschinenantriebswellen wird derselbe auch mit vertikaler Welle ausgeführt.

Für den Einzelantrieb größerer Maschinen und deren Kombinationen kommt der Drehstrommotor mit Zentrifugalanlasser in Frage, der bezüglich Einfachheit dem Drehstrommotor mit Kurzschlußanker am nächsten steht. Die Einfachheit in Konstruktion und Bedienung ist für Motoren zum Einzelantrieb von Textilmaschinen von besonderer Wichtigkeit, da selbst geringfügige, aber periodisch wiederkehrende Störungen an den Motoren oder deren Anlaßapparaten nicht nur die stete Aufmerksamkeit der für den Betrieb verantwortlichen Personen beanspruchen, sondern auch die Produktion herunterdrücken können. Es kann also bei unsachgemäßer Wahl der Motortype durch ungenügende Kenntnis der Anlauf- und Arbeitsvorgänge der anzutreibenden Maschine statt der mit Einzelantrieben stets zu erreichenden Mehrproduktion und Qualitätsverbesserung gerade das Gegenteil erreicht werden.

Für den Antrieb von Transmissionssträngen zum Gruppenantrieb von Maschinen sind die an die Motoren und deren Anlaßapparate zu stellenden Bedingungen etwas günstiger, weil deren Inbetriebsetzung jeweilen nur nach den üblichen Arbeitspausen, also am Morgen und am Mittag zu geschehen hat und meist von mehr oder weniger geübtem Personal vorgenommen wird. Bei der großen Bedeutung, die der Betriebssicherheit in Textilbetrieben zukommt, ist es aber auch hier angezeigt, unter den verschiedenen in Betracht kommenden Motoren mit Schleifringanker oder rotierenden Widerständen nur die in der Bedienung einfachsten zu verwenden. Für Leistungen bis 60 PS ist der Drehstrommotor mit Zentrifugalanlasser, für größere Leistungen der mit seinen Anlaßapparaten verriegelte Drehstrommotor zu empfehlen. Wo geübteres Personal vorhanden ist, können natürlich statt der letztgenannten mit ihren Apparaten kombinierten und etwas teurern Motoren selbstredend auch Drehstrom-Schleifringankermotoren und Apparate normaler Konstruktion verwendet werden.

Für schnellaufende Transmissionen werden die Antriebsmotoren auch direkt mit den einzelnen Strängen gekuppelt. Da diese Anordnung trotz gewisser Vorteile in der Regel kostspielige Motoren bedingt, so wird meist vorgezogen, den Motor mittels Riemen auf die Transmission arbeiten zu lassen. Bei beschränkten Platzverhältnissen oder zwecks Verwendung billiger schnellaufender Motoren werden in den letzten Jahren häufig Spannrollenapparate, Patent Lenix, verwendet. Die Verwendung dieser Apparate hat sich bei sachgemäßer Wahl der Scheibenabmessungen und Achsentfernung zwischen Motor und Transmission gut bewährt. Besondere Vorteile bietet die Verwendung von Lenixapparaten für den elektrischen Gruppenantrieb von Arbeitsmaschinen mit periodisch veränderlichem Kraftbedarf, wie Kämmmaschinen, Selfaktoren und Webstühlen, da durch die in diesen Apparaten liegende Elastizität ein Ausgleich der Kraftstöße und ruhigerer Betrieb ermöglicht wird.

Die Vorteile des elektrischen Betriebes kommen, richtige Wahl der Motoren vorausgesetzt, beim elektrischen Einzelantrieb am vollkommensten zum Ausdruck, weil bei deren Verwendung nicht nur sämtliche Transmissionen und die damit zusammenhängenden Nachteile wegfallen, sondern auch jede Maschine mit der für ihren Arbeitsvorgang günstigsten Tourenzahl betrieben werden kann. Ist zur Anpassung an die auf den Maschinen herzustellenden Erzeugnisse die Einstellung verschiedener Geschwindigkeiten von Vorteil, so läßt sich das in der Regel beim Einzelantrieb ohne weiteres erreichen. Es kommt dann zu der mit dem Einzelantrieb stets zu erreichenden Produktionssteigerung auch eine Verbesserung der Qualität hinzu. Die mittels elektrischer Einzelantriebe betriebenen Maschinen erleiden keine plötzlichen oder periodisch auftretenden Änderungen der Drehzahl, wie dies beim mechanischen Betrieb, selbst bei Verwendung guter Regulatoren, vorkommen kann, da die Elektromotoren stets mit absolut gleichmäßiger Tourenzahl arbeiten. Durch unregelmäßigen Gang hervorgerufene Ungleichmäßigkeiten im Produkt fallen daher weg. Durch das Fehlen sämtlicher Transmissionen, Lager und Riemen werden nicht nur die laufenden Betriebsspesen für deren Unterhalt, Wartung und Ersatz vollständig ausgeschaltet, sondern auch eine bessere Übersicht und Lichtverteilung der Arbeitssäle erzielt, wodurch wieder auf die Qualität und Produktionsfähigkeit ein günstiger Einfluß ausgeübt wird. In vielen Fällen läßt sich durch den Wegfall der Transmissionen eine erhebliche Kraftersparnis erzielen. Der elektrische Einzelantrieb hat stets eine größere Unabhängigkeit zur Folge, da auch einzelne Maschinen betrieben werden können, ohne daß die ganze Transmissionsanlage leer mitlaufen muß. Auch in bautechnischer Hinsicht ergibt der Einzelantrieb Vorteile, da durch den Wegfall der rotierenden Massen der Transmissionen, der Beanspruchungen durch Riemenzüge und Transmissionsbelastung die Fundamente, Gebäulichkeiten und bei Shedbauten auch die Dachkonstruktionen wesentlich leichter gehalten werden können. Die Vorteile des elektrischen Einzelantriebes setzen sich somit aus verschiedenen, unter sich in gewisser Beziehung stehenden Einzelvorteilen zusammen, die insgesamt wichtig genug sind, um sie wenn irgend möglich im Interesse einer rationellen Ausnutzung des Betriebes nutzbar zu machen. Der höhere Anschaffungspreis der Einzelantriebe gegenüber dem elektrischen Gruppenantrieb wird dadurch in weitaus den meisten Fällen vollständig kompensiert.

Der elektrische Einzelantrieb eignet sich nicht für alle Maschinen; in der Spinnerei bietet diesbezüglich die Karde die meisten Schwierigkeiten. Sie benötigt infolge der großen zu beschleunigenden Massen (Trommel und Briseur) und der verhältnismäßig beträchtlichen Arbeitswiderstände ein sehr großes Anlaufdrehmoment für den Motor. Die Leistung muß also mit Rücksicht auf das Anlaufen größer gewählt werden, als dem normalen Kraftbedarf der Karde entsprechen würde; dazu kommt, daß infolge der meist starken Staubentwicklung die Motoren geschlossen ausgeführt werden, müssen und daher kostspielig werden. Wird die Leistung des Motors zu klein angenommen, so fällt die Anlaufperiode, das heißt die Zeit, bis zu welcher der Motor mit der Karde die volle Tourenzahl erreicht hat, außergewöhnlich lang aus, was eine abnormal starke Erhitzung des rotierenden Teils des Motors und damit ein Loslöten oder Beschädigen der Rotorwicklung zur Folge haben kann. Die mit dem Einzelantrieb dieser Maschine zu erzielenden Vorteile stehen daher in keinem Verhältnis zu den bedeutenden Anschaffungskosten.

Ungefähr die gleichen Verhältnisse liegen beim Selfaktor vor. Derselbe benötigt bekanntlich nicht nur ein sehr hohes Anlaufdrehmoment, sondern arbeitet auch während des normalen Betriebes mit einem stark veränderlichen, periodisch sprungweise ansteigenden Kraftbedarf, dessen maximaler Grenzwert zeitlich mit dem jeweiligen Beginn der einzelnen Wagenausfahrten auftritt. Diese periodisch auftretenden Kraftspitzen betragen in der Regel ein Mehrfaches des während des übrigen Wagenspiels benötigten Kraftbedarfes und würden ähnlich wie bei der Karde beim Einzelantrieb einen unverhältnismäßig großen Motor bedingen. Es ist wiederholt versucht worden, durch Verwendung von Schwungmassen die Spitzenbelastung durch die in der Schwungmasse liegende lebendige Arbeit aufzunehmen, um die Motorleistung wenigstens annähernd dem mittleren Kraftbedarf des Selfaktors anpassen zu können. Diese und andere Vorschläge für den Einzelantrieb von Selfaktoren haben aber an der Tatsache der kostspieligen Anschaffung nichts ändern können, so daß sich hier der Gruppenantrieb bis jetzt als das Zweckmäßigste erwiesen hat. Beim Gruppenantrieb treten die Kraftspitzen der einzelnen Selfaktoren zeitlich getrennt auf, der Gruppenmotor muß also nicht der Summe der Kraftspitzenbelastungen entsprechend dimensioniert werden, sondern kann für einen mittleren Kraftbedarf der angeschlossenen Maschinen berechnet werden. Allgemein gültige Angaben über die Anzahl der Selfaktoren, bei welcher die günstigsten Verhältnisse für den elektrischen Gruppen-

antrieb auftreten, können nicht gemacht werden. Es hängt dies in gewisser Beziehung von der in einer bestimmten Zeiteinheit auftretenden Zahl der Kraftspitzen ab. Die letztere ist aber abhängig von der Garnnummer, da bekanntlich die Zeit für ein Wagenspiel um so kürzer ist, je gröber das herzustellende Garn ist. Im allgemeinen ergeben Gruppen von 8 bis 12 Selfaktoren die günstigsten Ergebnisse. Es sind aber auch noch andere Faktoren zu berücksichtigen und es ist daher ratsam, die Zahl der Selfaktoren und die Leistung des Motors unter Zugrundelegung der bestehenden Verhältnisse von Fall zu Fall zu bestimmen.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß sich schnellaufenden Maschinen mit konstantem Kraftbedarf für Einzelantrieb am besten eignen, da sich bei diesen Maschinen der Motor entweder direkt oder unter Zwischenschaltung einer einfachen Riemen- oder Zahnradübersetzung antreiben läßt. Bei vielen Maschinen entscheidet auch ihre örtliche Lage von dem übrigen Maschinenkomplex für den Einzelantrieb, wie beispielsweise bei den meist in einem besonderen Gebäude oder Anbau untergebrachten Putzereimaschinen der Spinnerei sowie der Weberei. In Webereien läßt sich, je nach dem Stillstandskoëffizienten der Stühle, bei Verwendung von Einzelantrieben eine Kraftersparnis von 10 bis 25% erzielen.

Um für einen bestimmten bestehenden, zu reorganisierenden oder neuen Betrieb die Vorteile des elektrischen Einzelantriebes gegen diejenigen des elektrischen Gruppenantriebes abzuwägen, ist vor allem große Erfahrung nötig, die sich nicht nur auf die Kenntnis des in Betracht kommenden elektrischen Materials beschränken darf, sondern auch eine möglichst durchgreifende Kenntnis der Arbeitsvorgänge der anzutreibenden Maschinen und deren Zusammenhang mit dem übrigen Betrieb umfassen soll.

Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Berlin. Dem vorliegenden Geschäftsbericht für die Zeit vom 1. Juli 1917 bis 30. Juni 1918 zufolge war in allen Werken die Beschäftigung noch stärker als im Jahre zuvor. Neubauten und Erweiterungen wurden erfordert, die, als Kriegsarbeiten ausgeführt, zu einem erheblichen Teil aus dem Betriebe bestritten werden mußten. Der Wert der Anlagen in Hennigsdorf wurde buchmäßig nach Fabrikationszweigen aufgeteilt. Die Flugzeugfabrikation vervierfachte ihren Absatz. Das Elektrostahl- und Walzwerk, das in erster Reihe eigenen Schrott verarbeiten wird, kam in Gang. In Niederschöneweide wurde Grundbesitz von 10500 m² erworben. Das Haus Alexanderufer 4 wurde zur Erweiterung der angrenzenden Geschäftsräume angekauft. Aufträge für Heer und Marine wurden nach Maßgabe der Leistungsfähigkeit übernommen. Gleichzeitig wurde die Friedensarbeit auf den eigentlichen Gebieten der Gesellschaft vorbereitet, wobei dem Materialmangel vielfach und mit dauerndem Vorteil durch Ersatzmaterial an Metallen, Faser- und Isolierstoffen begegnet werden konnte.

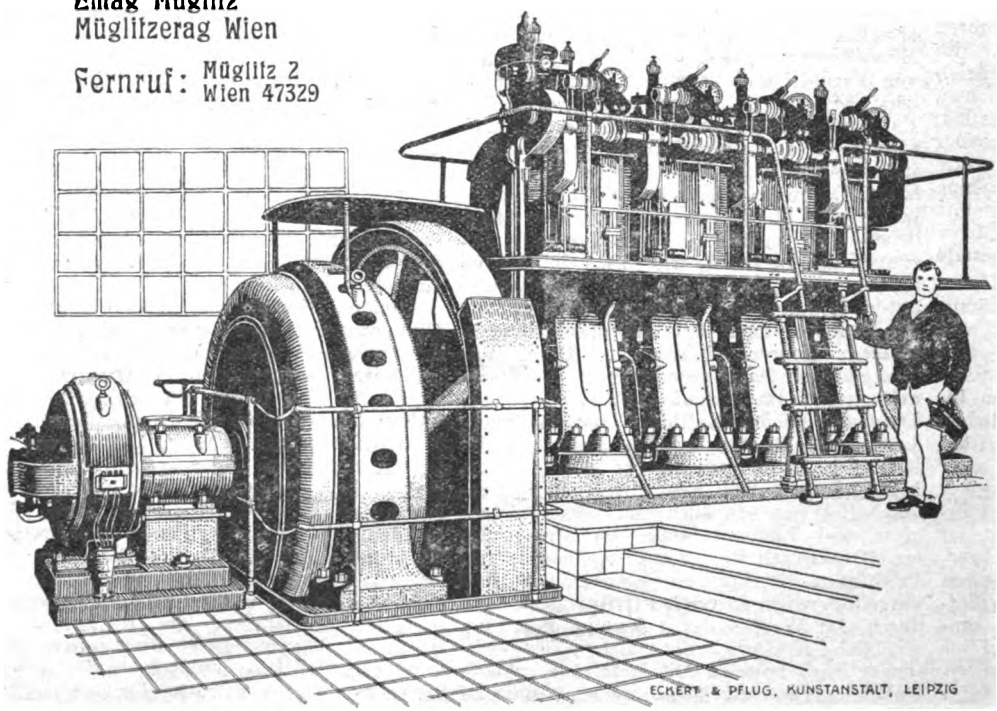
Die Organisationen in Deutschland und dem erreichbaren Auslande haben befriedigend gearbeitet.

Von der Bahnabteilung wurde die Strecke Merseburg—Mücheln fertiggestellt und dem Betriebe übergeben. Die Provinz Sachsen hat sich neuerdings an diesem Unternehmen beteiligt, dessen Erweiterung dem laufenden Jahre vorbehalten bleibt. Die Bauten an der AEG-Schnellbahn beschränkten sich auf Fertigstellung der schwierigsten Baustellen. Die Hamburger Hochbahn, deren Aktien im Besitz der Elektro-Treuhand Aktiengesellschaft sind, ist mit der Straßeneisenbahn-Gesellschaft

Elektrizitäts- und Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
Müglitz, Mähren

Drahtanschrift:
Emag Müglitz
Müglitzerag Wien
Fernruf: Müglitz 2
Wien 47329

Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.



Motoren,
Dynamos,
Licht-
und
Kraft-
anlagen.

Spezialfabrik elektrischer Starkstrom-Apparate
Kraus & Naimer
WIEN, XVIII. Schumanngasse 35. Telephon 22.496

in Hamburg gemischt-wirtschaftlich verschmolzen worden. Eines der größten deutschen Verkehrsunternehmen ist durch diese Vereinigung entstanden.

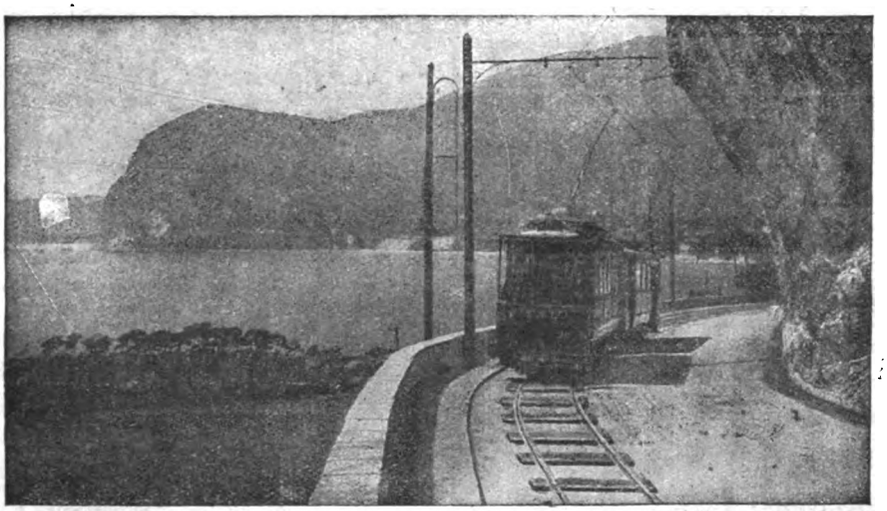
Die Abteilung für Zentralstationen vollendete eine 100 000 V Fernleitung zur Übertragung großer Strommengen vom Kraftwerk Zschornewitz nach Berlin. Umfangreiche Aufträge des Rheinisch-Westfälischen Elektricitätswerkes wurden ausgeführt, darunter zwei große Turbodynamos für 60 000 kVA. Zur Nutzung des Walchenseewerkes wurde unter Mitwirkung der bayerischen Regierung eine Leitungs- und Stromverwertungs-Gesellschaft gegründet, an der die AEG beteiligt ist. Die Bank für elektrische Unternehmungen wird für 1917/18 eine Dividende nicht verteilen, da ihr durch den Stand der Valuten Nachteile entstanden sind. Die Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G. hat 15% gegen 12% ausgeschüttet; Mk. 1 260 000.— Aktien dieser Gesellschaft wurden von der AEG verkauft. In die AEG-Unternehmungen Aktiengesellschaft, deren Gesamtkapital die AEG besitzt und verwaltet, wurden Mk. 12 000 000 Aktien der Berliner Elektricitäts-Werke zum Buchwerte eingelegt unter Sicherung einer angemessenen Gewinnbeteiligung für den Fall der Begebung. Diese Gesellschaft, die wieder 6% verteilt, wird ihre Tätigkeit als Verwaltungsgesellschaft wieder aufnehmen. Die Elektro-Treuhand Aktiengesellschaft verteilte 5½% aus den Erträgnissen der Hamburger Hochbahn, die Treuhandbank für die elektrische Industrie 4½% gegen 4%. Die Berliner Elektricitäts-Werke konnten 10% gegen 8% im Vorjahre erklären. Auf Konsortialkonto haben Zu- und Abgang sich annähernd ausgeglichen. Unter anderm hat sich die AEG bei der Begründung der Deutsche Werft A.-G. beteiligt und den Bestand an Aktien der Elektrosalpeter-Werke Aktiengesellschaft und den Anteil an dem Betriebe der Stadtbahn Halle verkauft. Im Effektenkonto sind die Beteiligungen an der VII. und VIII. Kriegsanleihe verbucht, ferner der Besitz von Aktien der Kupferwerke Deutschland, der zurzeit nahezu das gesamte Grundkapital von Mk. 2 250 000 dieses dem AEG-Kabelwerk benachbarten Unternehmens umfaßt. Von der Nationalen Automobil-Gesellschaft A. G wurden zwecks teilweiser Tilgung des Guthabens Mk. 3 000 000 junge Aktien zu 150% bezogen. Die Gesellschaft, deren Grundkapital jetzt Mk. 10 000 000 beträgt, hat für 1917 15% gegen 12% verteilt. Sie ist aus den Räumen des Kabelwerkes Oberspree, die ihrer Bestimmung zurückgegeben wurden, in eigene neuerbaute Fabrikräume übergesiedelt. Das Guthaben bei Banken ist gegen die Vorjahrsbilanz um rund Mk. 40 000 000 gestiegen, wesentlich infolge des Verkaufes der Elektrowerke. Die Vergütungen an Beamte, Teuerungszulagen und Zuwendungen an Angehörige der im Heeresdienst stehenden Beamten und Arbeiter sind auf Mk. 17 333 896 gegen Mk. 11 438 350 im Vorjahre gestiegen.

Der Geschäftsgewinn 1917/18 beziffert sich einschließlich des Vortrages aus 1916/17 auf Mk. 63 510 346.

Der Reingewinn von Mk. 37 200 358 wird wie folgt verteilt:

14% Dividende auf Mk. 200 000 000 . . .	Mk.	28 000 000
Tantième des Aufsichtsrates	„	800 000
Vergütung an Beamte . .	„	2 500 000
Zuweisung an den Unterstützungsfonds u. andere Wohlfahrtseinrichtungen	„	3 000 000
Ausgaben für Kriegswohlfahrt	„	1 500 000
Rückstellungskonto zur Abrundung auf Mk. 20 000 000	„	359 191
Vortrag für 1918/19 . . .	„	1 041 167

·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
PRAG II.
·hiw·



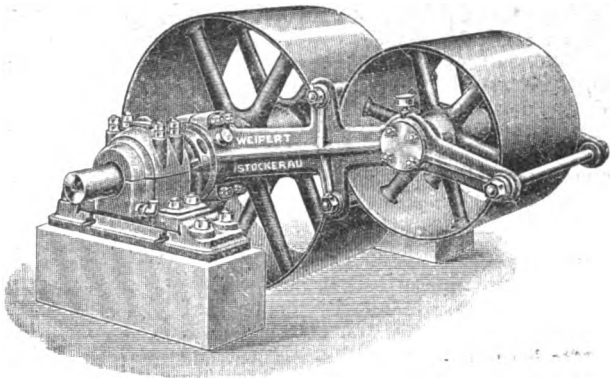
·hiw·
Holz-Imprägnier-Werke
Ges. m. b. H.
Berlin NO. 55
Prenzlauer Allee 36.
·hiw·

WANDERROST-WERKE G. m. b. H.
MASCHINENFABRIK UND EISENGIESSEREI ▫ NIKOLAI, O/S.
ZWEIGBÜRO: WIEN II, VALERIESTRASSE Nr. 8

Unsere **patentierte** Wanderrost-Feuerung zeichnet sich neben **größter Einfachheit** durch **hohe Betriebswirtschaftlichkeit** aus. — **Kleinster Kraftbedarf, geringster Kohlendurchfall, keine Abstreifer,** keine gekühlte Feuerbrücken. **Vollkommenste Verbrennung** auf unserem von dem umlaufenden Wanderrost in **rüttelnde** Bewegung versetzten patentierten Planrost. — In Deutschland und Österreich-Ungarn viele Hunderte von Anlagen im Betrieb.

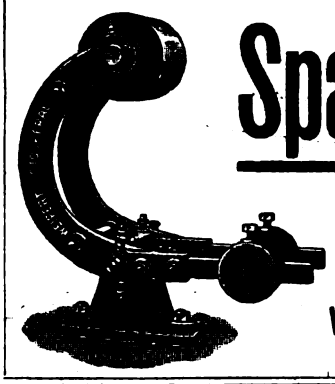
INGENIEURBESUCHE UND ANGEBOTE KOSTENLOS
ERSTE REFERENZEN ÜBER NEUANLAGEN SOWIE UMBAUTEN

Digitized by Google



J. WEIPERT & SÖHNE
STOCKERAU

Fernsprecher 9.



Spannrollen

ausgeführt
für Kraftübertragungen
von 1/2 PS bis 700 PS

WEIDMANN'SCHER PRESSPAN

Tafeln in allen Stärken von 0,1 m/m an · Endlose Rollen und Bänder von 0,1 m/m bis 1 m/m Stärke · Auch isolackiert, geölt oder micanisiert · Formstücke · Stanzartikel
Verlangen Sie bemusterte Offerte.
PRESSPAN- & ISOLATIONS-MATERIALWERKE F. ELEKTROTECHNIK vorm.
H. WEIDMANN A.G

Unerreichte Qualität laut Versuchsattesten

RAPPERSWIL SCHWEIZ.

Vertreter für Österreich:
S. Schön, Wien VII/3, Burggasse 58.

EMIL POPPER, PRAG

Mariengasse 26

Fernsprecher: 3376.
Telegr.-Adresse: „Elektropopper Prag“.

Groß-Lager sämtlicher elektrotechn. Bedarfsartikel.

PREISLISTE KOSTENLOS.

Chemische und Packungsfabrik
Georg Eppler, Bodenbach 7
Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114
stets prompt lieferbar:
Eisenkitt Ferrollit
mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar
Isolatoren- und Transformatorenkitt
Porzellankitt, Marmorkitt.
Ia. schwed. Riemenschmiere
(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.
Probe-Postdose 50 K Nachnahme.
Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen
für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.

Bücher, die Sie brauchen!

Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen:
mit Nachträge, Kl. 8°, 160 Seiten, gebunden K 4·— pro Exemplar. Diese Vorschriften sind staatlich anerkannt und vorgeschrieben. Jede elektrische Anlage muß im Sinne der Vorschriften hergestellt sein.

Statistik der Elektrizitätswerke und elektrischen Bahnen in den Ländern des ehemaligen Österreichs, Bosnien und Herzegowina:
Kl. 4°, über 100 Seiten, gebunden 4·80. Unentbehrliches Nachschlagewerk für die gesamte elektrotechnische Industrie. Nachtrag zu dieser Statistik, enthält die Neuanlagen, Erweiterungen und Ergänzungen, 40 Seiten, gebunden K 3·—.
Versand nur gegen vorherige Einsendung des Betrages oder per Nachnahme zuzüglich 65 h Nachnahmespesen.

Elektrotechnischer Verein in Wien VI, Theobaldgasse Nr. 12.

Wien, 29. Dezember **ANZEIGER** 1918 — Heft 52

FÜR ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

Beilage zu „E. u. M.", Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien.

INHALT: Ein neues Universalgerät für Freileitungen (Kurzschluß- und Erdungsvorrichtung, Schaltstange). Von K. Trott. — Wirtschaftliche Nachrichten: Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Ein neues Universalgerät für Freileitungen (Kurzschluß- und Erdungsvorrichtung, Schaltstange).

Von **K. Trott**, Konstanz.

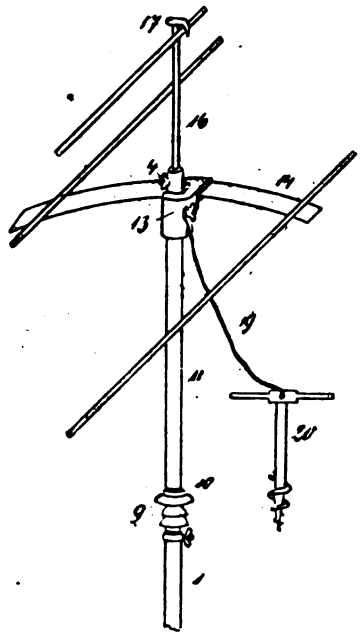
Es ergibt sich häufig die Notwendigkeit, auf der Strecke ein Kurzschließen und Erden von Hochspannungsfreileitungen vornehmen zu müssen, wie dies bei Arbeiten an den Leitungen durch die Betriebsvorschriften gefordert wird. Die oft angewendeten provisorischen Mittel, wie Überlegen einer Kette oder eines Seiles, sind durchaus nicht zuverlässig, geben schlechten Kontakt oder gefährden bei der Anbringung, wenn die Leitung zufällig doch noch unter Spannung war, das Personal.

Im folgenden sei eine unbedingt sichere und dabei handliche Kurzschlußvorrichtung, die in zusammengelegtem Zustande nur eine Länge von zirka 1·4 m aufweist und bequem tragbar ist, sich aber durch einfaches Aufstecken von kleinen Zubehörteilen auch als Bedienungsstange für Trennschalter, Mastschalter, Freileitungssicherungen usw. verwenden läßt, beschrieben, die von Dipl.-Ing. A. Fischer angegeben und von Ober-Ing. Reindl weiter ausgestaltet wurde und von der Hochspannungsapparatebau-G. m. b. H. in Dresden hergestellt wird*).

Die Abbildung zeigt die Vorrichtung in Verwendung als Kurzschließer für Freileitungen. Auf eine Isolierstange aus Pertinaxrohr 1 von zirka 1·2 m Länge ist eine Deltaglocke 9 fest aufgesetzt. Bei trockenem Wetter würde bekanntlich schon die Isolierfähigkeit der Stange allein für gefahrlose Handhabung genügen, um aber auch im Regen usw. absolute Sicherheit zu haben, ist der Isolator noch zwischengesetzt. Auf die Kappe 10 des Isolators ist ein zweites Stück Pertinaxrohr 11 abnehmbar aufgeschraubt. Das Rohrstück 11 trägt am oberen Ende einen Kopf 13 aus Leichtmetall, in dem zunächst die Metallstange 16 längsverschieblich und durch Flügelschraube 4 in jeder Lage festklemmbar ist. Die Stange 16 läßt sich bis auf etwa 1 m ausziehen oder in das Rohr einschieben.

Durch eine zweite Flügelschraube werden in einer rechteckigen Öffnung des Kopfes 13 bandförmige federnde Streifen 14 eingeklemmt, die gleichfalls je nach Bedarf, das heißt je nach Phasenabstand, bis auf eine Gesamtspannweite von zirka 1·4 m oder 2·2 m (je nach der verwendeten Länge dieser in 2 Größen vorhandenen Federn) auseinandergestellt werden können. Der an der Stange 16 befindliche Doppelhaken 17 wird über die obere Phase der zu erdenden Leitung gehängt, wobei sich dann die Federn 14 unter Federwirkung von unten an die beiden anderen Phasen fest anlegen. Entsprechend dem Phasenabstand wird vor Gebrauch die Stange 16 so weit aus dem Kopfstück 13 herausgezogen, daß die Federn 14 unter genügendem Druck aufliegen. Die Vorrichtung kann infolge der Verstellbarkeit der Stange und der Federn für Phasenabstände bis zu über 2 m angewendet werden. Vor Gebrauch wird unter die seitliche Flügelschraube 4, die mit einem aufgeprägten E versehen ist, das eine Ende des Erdungsseiles 19 eingeklemmt, deren anderes Ende vermittelst des zum Zubehör gehörenden leichten Erdbohrers 20 geerdet wird. Der Erdbohrer besteht aus einem Stück Gasrohr mit aufgesetztem handlichen Doppelgriff, Erdungsanschlußschraube und unterer Gewindespitze.

Im zusammengesteckten, transportfähigen Zustand ist die Stange 16 ganz in das Rohr 11 eingeschoben, so daß der Haken am Kopf 13 aufsitzt, und in dieser Lage durch die Flügelschraube 4 festgeklemmt wird. Das Rohr 11 ist vom Gewindezapfen des Isolators 9



abgeschraubt, von unten in das etwas weitere Rohr 1 eingesteckt und in demselben auf ein Gewinde am Isolatorenträger aufgeschraubt. Die ganze Vorrichtung ist somit durch Ineinanderfügen der drei Längen auf nur etwa 1·4 m Länge gebracht. Die beiden Federn 14 sind, aus dem Maul des Kopfstückes 13 ausgeklemmt, mit im Futteral untergebracht.

Bei Gebrauch wird Rohr 11 durch Zufassen am Kopf 13 aus dem weiteren Rohr 1, das als Griff dient, herausgeschraubt und auf den Kopf des Isolators 9 aufgeschraubt, ferner die Stange 16 entsprechend weit herausgezogen und die beiden Federn 14 in den Kopf 13 eingeklemmt. Nach Anschließen des Erdungsseiles an den Kopf 13 mittels der Flügelschraube und nach Vornahme der Erdung mit dem Bohrer 20 wird nach Besteigen des Mastes der Kurzschließer völlig gefahrlos in die Leitung eingehängt. Der Bedienende ist dabei durch Pertinaxrohr und eine Deltaglocke bei jeder Witterung völlig sicher und kann gut 2 m unter den ihm zunächst liegenden Drähten bleiben. Alle Metallteile sind so bemessen, daß sie auch einen Kurzschluß beim Einhängen der Vorrichtung ohne abzubrennen aushalten können.

Für den Betrieb ist es sehr wünschenswert, zugleich auch die zur Ausrüstung jeder Betriebsstation gehörige Vorrichtung zur Bedienung der Trennschalter im Freien und in Gebäuden, zum Einsetzen von Freileitungssicherungen, kurz zu allen möglichen sonstigen Zwecken verwenden zu können so daß ein Universalwerkzeug für den Leitungsdienst gegeben sein soll.

Um den Kurzschließer für solche Zwecke bequem verwendbar zu machen, wird in dessen Kopf 13, zum Beispiel beim Gebrauch als Trennschalterstange an Stelle der Kurzschließerstange 16, eine kürzere Stange mit geeignet geformter Krücke eingeklemmt, wobei natürlich die Kurzschlußfedern 14 fortbleiben. Die Erdleitung muß hiebei unterhalb des Isolators am Griff 1 angeschlossen werden, wozu ebenfalls ein Metallring mit Flügelschraube und der Bezeichnung E angebracht ist.

Das Aufbauen und Zusammenlegen der Vorrichtung und die Anpassung an die verschiedenen Gebrauchszwecke mit Hilfe der anstauchbaren Einsätze geht ohne jedes Werkzeug leicht vor sich. Für ganz verschiedene Spannungen und Phasenabstände, auch für Hängeisolatoren, ist nur eine einzige Vorrichtung dank der möglichen Verstellbarkeit und der Unerheblichkeit einer genauen Einstellung nötig; höchstens können 2 Sätze verschieden langer Kurzschlußfedern 14 bereitgehalten und leicht mitgeführt werden.

In zwei Hüllen verpackt — eine für den Kurzschließer mit Nebenteilen, eine für den Erdbohrer — trägt ein Mann das Gerät leicht neben sonstiger Ausrüstung, wie Steigeisen und Werkzeug.

Es kann häufig der Fall eintreten, daß zur Herstellung der Erdung ein gut geerdeter Eisenmast, eine an einem Mast oder einer Mauer herabgeführte Erdleitung, geerdete Eisenkonstruktion oder dgl. in handlicher Nähe sind, deren Benutzung dann dem Erdbohrer stets als sichere Erde vorzuziehen ist. Zu diesem Zweck wird dem Gerät neben dem Erdbohrer noch eine Universalerdungsklemme (DRGM) beigegeben, die nach Belieben an Stelle des Erdbohrers oder auch parallel zu demselben an die Erdleitung 19 angeschlossen werden kann.

Das Maul dieser einem Feilkloben ähnlichen Klemme ist so geformt, daß sie sich an Erdleitungen der gebräuchlichen Querschnitte, selbst wenn die Seile unmittelbar an Masten oder Mauern liegen, jederzeit anklemmen läßt. Ebenso lassen sich mit der Klemme Winkeleisen, Flacheisen und dgl. der gebräuchlichsten Abmessungen sicher fassen. Beim Aufklemmen auf Erdleitungen sind dieselben zunächst nach leichtem Anziehen der Spannschraube durch Hin- und Herdrehen der Klemme blank zu reiben, worauf das Festklemmen erfolgt. Der Vorzug dieser neuen Klemme gegenüber den bisher meist üblichen von den Elementenpolklemmen entlehnten primitiven Formen liegt auf der

*) DRP. Nr. 297511 und DRGM. 661501.

Digitized by Google

Hand. Eisenkonstruktionen sind vor dem Aufklemmen blank zu schaben.

Die beschriebene Kurzschluß- und Schaltstange dürfte sich als handliches Gerät von allgemeinster Verwendung und unbedingter Zuverlässigkeit und Sicherheit gegen Unfälle rasch Eingang in alle Hochspannungsbetriebe zur Ausrüstung der Streckenwärter, Stationen und Reparaturkolonnen sichern.

Rundschau.

Der Elektromotor in der Küche. Über die Verwendung des Elektromotors zum Antrieb von Maschinen in der Nahrungsmittelzubereitung in Amerika gibt H. B. Smith im „Electric Journal" eine interessante Zusammenstellung.

Als Motorart gelangt meist die Spaltpoltype des Induktionsmotors in Verwendung; größere Motoren werden als Repulsionsmotoren angelassen; sie besitzen meist mechanische Kupplung.

Die erste Anwendung fand der elektrische Antrieb vor etwa zehn Jahren in der Kaffeezubereitung. Kaffeemühlen werden sowohl in einfacher als doppelter Anordnung, mit Tisch- oder Fußlagerung ausgeführt. Bei der Doppelanordnung dient eine Seite als Grobmühle, die andere zum Pulverisieren. Der Kaffee wird mittels Trichter oben eingebracht und gelangt durch die Mahlvorrichtung in den Sammelbecher. Eine verstellbare Scheibe am Ende der Motorwelle dient zur Änderung der Feinheit des Kornes. Der Antrieb erfolgt direkt von der Motorwelle oder mittels Vorgelege. Es werden auch Doppelmühlen für Fleisch- und Kaffeezerkleinerung hergestellt. Auch beim Kaffeerösten findet der Motorantrieb zunehmende Verwendung, wodurch die Lagerung und Qualitätsverlust des Kaffees vermieden werden kann. Der Arbeitsvorgang erfolgt in der Weise, daß der grüne Kaffee in eine Trommel gebracht wird, welche über einer Gasflamme langsam rotiert. Nach dem Rösten wird der Kaffee in ventilierte Kühlpfannen gestellt und gereinigt und ist dann für den Verkauf bereitgestellt. Der Motor treibt sowohl die Rösttrommel als den Kühlventilator an.

Ein weiteres Anwendungsgebiet im Haushalt bilden die Fleischhack- und Zerkleinerungsmaschinen, welche meist mit langsam laufenden Getrieben versehen sind; die Größe der Fleischstücke kann mittels einer Vorrichtung reguliert werden.

Zur Herstellung von Gefrorenem (Eiscrême) wird der Motorantrieb allgemein verwendet. Bei tragbaren Anordnungen wird der direkte Antrieb aus Reinlichkeitsgründen und der Gewichts- und Raumersparnis wegen bevorzugt.

Buttermaschinen erhalten bei einer Übersetzung von 4:1 meist noch Riemenbetrieb, so daß die Motortourenzahl von 1700 auf 70 U p. min am Schwungrad, auf 280 U. p. min an der Schlagvorrichtung reduziert wird. Auch Milchseparatoren erhalten in zunehmendem Maße Motorantrieb.

Ein weiteres Verwendungsgebiet ist die Kartoffelzerkleinerung, bei welcher sowohl Reibungs- als auch Zentrifugalbetrieb angewendet wird; hiebei wird eine innerhalb einer feststehenden Trommel rotierende Scheibe verwendet.

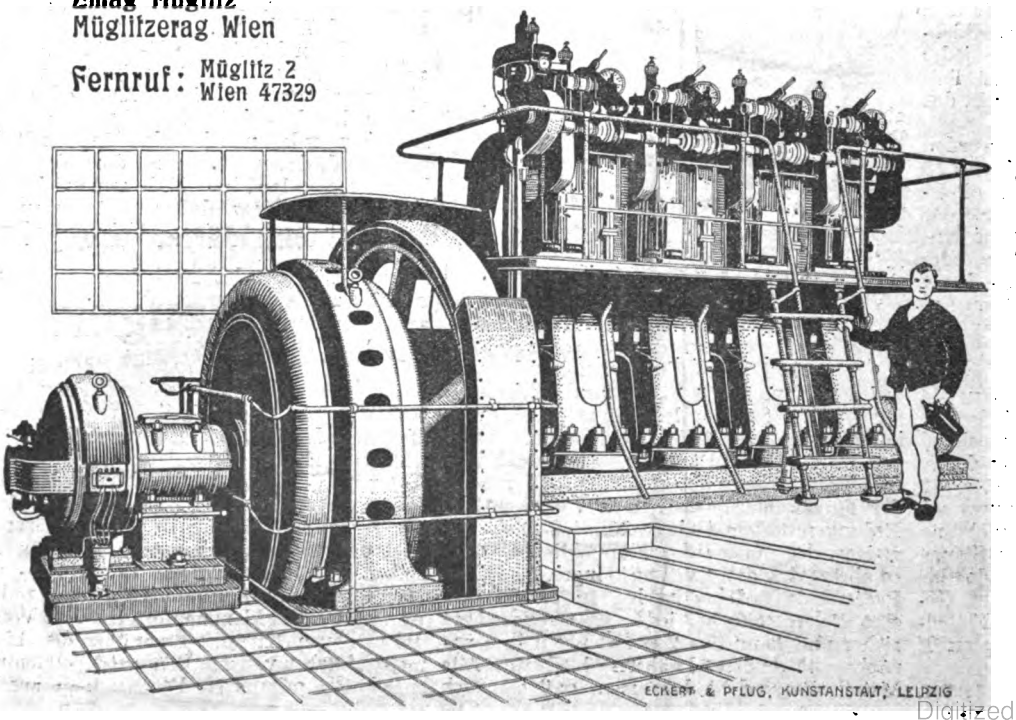
Wirtschaftliche Nachrichten.

Geschäftsberichte und Betriebsergebnisse.

Westinghouse Electric and Manufacturing Company. Während die Lage der amerikanischen Firmen, die sich mit der Herstellung elektrischen Materials oder der Erzeugung elektrischer Energie befassen, im laufenden Jahre nicht durchwegs günstiger geworden ist als im Vorjahre, sondern auch teilweise ein Nachlassen des Aufstieges erkennen läßt, kann die obige Gesellschaft, wie amerikanische Blätter berichten, dauernd Rekordzahlen buchen. In den Monaten April bis Juni des Jahres 1918, welche dem ersten Vierteljahr des Geschäftsjahres der Westinghouse-Gesellschaft entsprechen, erreichte der Fakturenwert einen Betrag von rund 33 Mill. Doll. gegenüber einem Umsatze von 33·671

Imprägnierte
Leitungsmaste u. Eisenbahnschwellen
Guido Rütgers Wien IX/1.

Elektrizitäts- und Maschinenbau-
Müglitz, Mähren □ Aktien-Gesellschaft
Drahtanschrift:
Emag Müglitz
Müglitzerag Wien
Fernruf: Müglitz 2
Wien 47329
Wiener Bureau: II/1, Aspernbrückengasse Nr. 3.



Motoren,
Dynamos,
Licht-
und
Kraft-
anlagen.

Digitized by Google

Mill. Doll. im ganzen Geschäftsjahr 1915. Der Verkaufswert für das laufende Jahr wird mit rund 140 Mill. Doll. angenommen. Durch Verbesserung der Fabrikationsmethoden ist das Ausbeuteverhältnis trotz gestiegener Arbeitslöhne und Materialkosten auch besser geworden. Wenn der Maßstab des vorjährigen Nettogewinnes an den erwähnten geschätzten Umsatz für das laufende Geschäftsjahr gelegt wird, so würde dies einen Nettonutzen von 22·68 Mill. Doll. ergeben oder 15·15 Doll. pro Aktie gegenüber 10·29 Doll. im Vorjahre.

Lp.

Betriebsergebnisse der Pariser elektrischen Bahnen. Einem Berichte der „Agence Econom. Fin.“ entnehmen wir folgendes:

Die „Métropolitain“ ist durch den Krieg stark in Mitleidenschaft gezogen worden; dazu kommt noch eine besondere Aufwendung für die sehr hohe Grundzinsabgabe von 33% von den Bruttoeinnahmen an die Stadtgemeinde. Die Steigerung der Ausgaben wird mit 12·5 Mill. Fr. angegeben. Infolgedessen ist der Nettonutzen trotz einer Bruttomehreinnahme von 11·5 Mill. Fr. hinter dem des Vorjahres zurückgeblieben. Jedoch konnte die gleiche Dividende von 14 Fr. pro Aktie in Vorschlag gebracht werden, was einen Aufwand von 3,878.475 Fr. erforderte, dem ein Nettoergebnis von 6,484.241 Fr. nach Vornahme der erforderlichen Abschreibungen gegenüberstand.

Die Compagnie Nord-Sud hat seit vier Jahren keine Dividende zahlen können. Der Nettonutzen war im Berichtsjahre um zirka 600.000 Fr. höher als 1916.

Die Compagnie Est-Parisienne, die vor dem Kriege eine Dividende von 4 Fr. ausschütten konnte, ist seit 1914 dazu nicht mehr in der Lage gewesen. Immerhin konnte sie im Berichtsjahre einen Nettonutzen von rund 1·5 Mill. Fr. gegen 0·433 Mill. Fr. im Jahre 1916 aufweisen.

Bei der Compagnie Parisienne de Tramways, fand seit Kriegsbeginn eine Verteilung von Dividenden überhaupt nicht mehr statt. Da für 1918 und 1919 mit einer weiteren Verschlechterung gerechnet werden muß, wird eine Sanierung des Unternehmens erwogen.

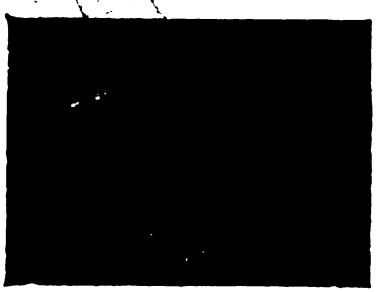
Die beiden Gesellschaften Tramways de Paris und Tramways du Département de la Seine sahen sich infolge der durch den Krieg geschaffenen ungünstigen Lage zu einem Zusammenschluß genötigt. Die Einnahmen stiegen zwar von 10·3 Mill. Fr. im Jahre 1915 auf 13·37 Mill. Fr. im Jahre 1917, aber die Steigerung der Ausgaben hat diesen Fortschritt paralisiert. Der Verwaltungsrat ist mit den Regierungsbehörden wegen einer staatlichen Entschädigung in Verbindung getreten.

Das Gleiche ist bei den Tramays de la Rive Gauche geschehen, bei denen im Berichtsjahre sogar die Ausgaben die Einnahmen um 87.945 Fr. überschritten haben.

Lp.

Société Générale des Condensateurs Electriques

Fribourg (Suisse)



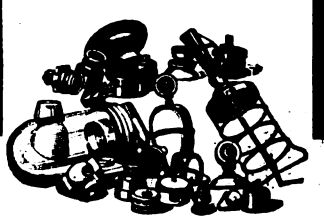
Vertrieb für Österreich-Ungarn und die Balkanstaaten durch die Ganz'sche Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft, Budapest.

Schutz von Leitungsnetzen
gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.

Die neuesten Zentralen sind mit unserer Schutzvorrichtung versehen. Zahlreiche bestehende Werke ersetzen die alten Apparate durch unsere und erzielen damit eine **bedeutende Ersparnis** in den Betriebskosten.

Wir liefern

Sämtl. elektrotechn.
INSTALL-MATERIAL



Ab Lager! **Ab Lager!**

preiswert, bewährt und begehrt
in erstklassiger Ausführung.

Verlangen Sie unsere M.-Liste!

Elektromaterialabteilung der

Elektromotoren

Ges. m. b. H. **A. Magyar**

WIEN XII, Breitenfurterstraße 53/55.

Komplette Einrichtungen zum

Hart- und Weichlöten

Bornkessel-Brenner
(patentierte Gassparbrenner)
zum Löten, Glühen, Härten usw.

Druckluft-Erzeuger
Präzisions-Hochdruckgebläse, Blasebälge usw.

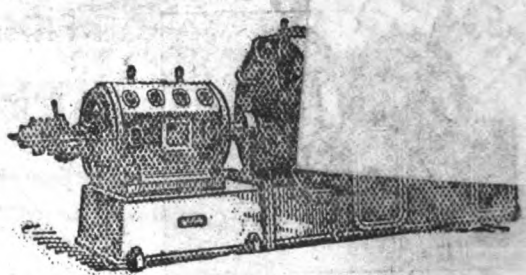
Gas-Erzeuger
Gas selbsterzeugende Lötgebläse usw.

Preisliste auf Wunsch kostenlos.

Vereinigte Bornkesselwerke
m. b. H.
BERLIN N 4.

Aktiengesellschaft **Kühnle, Kopp & Kausch,** Fra

K. K. K.-Turbo-Gebläse



für alle Zwecke, Drücke und Mengeleistungen.

Älteste Spezialfabrik Deutschlands für Turbo-Gebläse.

Herr Direktor!

Wo kaufen Sie elektr. Bedarfsartikel für Stark- und Schwachstrom, Beleuchtungskörper, Drähte, Schnüre, Bügeleisen, Kochtöpfe und Heizapparate??

Wir kaufen

sämtliches elektrot. Installationsmaterial schon seit **18 Jahren** bei der Firma **JULIUS BOSCHAN, Elektrohaus, Prag, Niklasstraße Nr. 34,** welche Ihnen über Verlangen ihren reich illustrierten Hauptkatalog senden wird.

Fernsprecher Nr. 1116.

Chemische und Packungsfabrik

Georg Eppler, Bodenbach 7

Telegramm-Adresse: Eppler — Fernsprecher 114

stets prompt lieferbar:

Eisenkitt Ferrolit

mit regulierbarer Abbindezeit, Kittstellen unsichtbar

Isolatoren- und Transformatorenkitt

Porzellankitt, Marmorkitt.

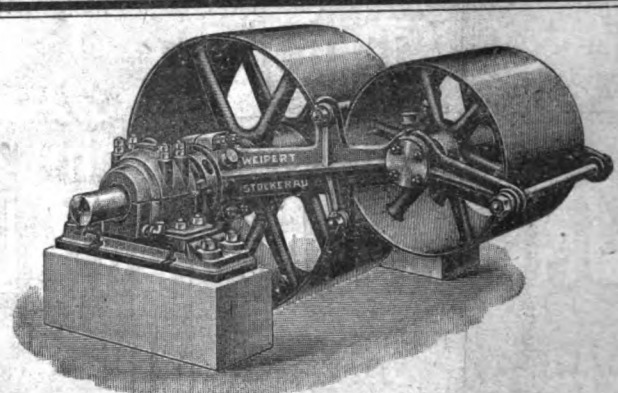
Ia. schwed. Riemenschmiere

(kein Ersatz) vorzüglich für Leder, Textil sowie Ersatzriemen.

Probe-Postdose 50 K Nachnahme.

Erprobte Eppler Stopfbüchsen-Packungen

für Hochdruck- und überhitzten Dampf, Heißdampf, Pumpen und Fördermaschinen (kein Ersatz), sämtl. Maschinen-Bedarfsartikel.



J. WEIPERT & SÖHNE

STOCKERAU

Fernsprecher 9.

Spannrollen

ausgeführt für Kraftübertragungen

von 1/2 PS bis 700 PS

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google